

А.Д.ДУБАХ и Р.СПАРРО
ОСУШЕНИЕ БОЛОТ ОТКРЫТЫМИ КАНАВАМИ
Издание пятое (третьего гиза)
Исправленное и дополненное
Москва 1930 Ленинград

УМВ
№1797
В-011

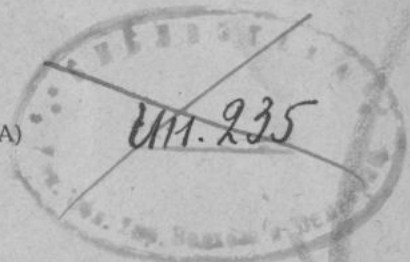
5-00 нр 76

А. ДУБАХ и Р. СПАРРО

1767
137

ОСУШЕНИЕ БОЛОТ ОТКРЫТЫМИ КАНАВАМИ

ИЗДАНИЕ ПЯТОЕ (ТРЕТЬЕ ГИЗА)
ИСПРАВЛЕННОЕ
И ДОПОЛНЕННОЕ



И Т С Г У С
Научно-технической секцией Государственного ученого совета
допущено в качестве пособия для высших учебных
заведений и техникумов

Белорусской

ИТСТУС

Стр.	631.6.
Биофр	2.790.5.
Учб. №	296516
Авторы	



К. 12.06.15



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1930 ЛЕНИНГРАД

О Т П Е Ч А Т А Н О

в 1-й Образцовой типографии
Гиза. Москва, Воровая, 28,
Главл. А-67066. Н. 61. Гиз 33545.
Заказ № 593. Тираж 10000 экз.
21 1/2 п. л.

ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЯТОМУ ИЗДАНИЮ

Первое издание „Осушение болот открытыми канавами“ вышло в 1912 г. С каждым последующим изданием в книгу вводились изменения и дополнения, так как практика и теория мелиорации с каждым годом значительно продвигались вперед. Работу по дополнениям и изменениям во всех изданиях исполнял А. Д. Дубах. В данном издании в переработке главы об изысканиях принял участие и Р. П. Спарро. Редактирование книги производилось авторами совместно.

1929 г.

ИЗ ПРЕДИСЛОВИЯ К ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ

Наша литература по вопросу об осушении земель могла уже справить свой столетний юбилей. Первое сочинение по этому предмету „Теоретическое и практическое руководство к осушению угодий“ Энгельмана было издано в 1810 г. После него на книжном рынке появились, но в очень незначительном количестве, различные издания как специально по предмету осушения земель, так и в связи с другими вопросами по культуртехнике.

Но среди этих изданий замечается отсутствие такого руководства, которое вполне удовлетворяло бы потребности настоящего времени и давало бы последовательное и наглядное изложение хода работ по осушению земель открытыми канавами, начиная с изучения местностей и производства изысканий и кончая составлением проектов и смет, производством самих работ и их дальнейшим ремонтом.

Среди имеющихся изданий по осушению земель значительная часть посвящена дренажу. В то же время однако стоимость дренажных работ настолько высока, что за исключением западных губерний дренаж болот в России еще не применим и встречается лишь в единичных случаях. Трудно предполагать также, что в ближайшее время дренажные работы при настоящей, сравнительно очень невысокой стоимости земли могут получить большое распространение.

Вообще же работы по осушению земель, и именно открытыми канавами, в последнее время получили относительно большое развитие.

Следует признать, что в большинстве случаев, в особенности при осушении больших заболоченных площадей, проведение канав без предварительных изысканий и составления проекта, в котором все размеры и направления канав должны быть обоснованы, является затруднительным, а иногда и невозможным.

Задачей настоящего труда и явилось последовательное изложение приемов и оснований к составлению проектов осушения болот открытыми канавами.

Пользование настоящим трудом требует предварительного знакомства лишь с элементами геодезии и с курсом алгебры и геометрии в пределах программы средней школы.

Надеясь, что предлагаемый труд послужит на пользу всем лицам, заинтересованным в деле осушения земель, авторы его будут глубоко благодарны всем, кто укажет на пробелы, желательные дополнения и возможные погрешности в этом издании.

В заключение авторы считают своим долгом выразить свою признательность члену Совета Московского Лесного общества Ф. М. Мануйлову, оказавшему большое содействие при печатании настоящего труда и исполнившему значительное большинство чертежей.

1912 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	<i>Стр.</i>
Предисловие к пятому изданию	3
Из предисловия к первому изданию	—
Глава первая. — Болота, их образование и рост	7
Процесс образования болот на водоемах	8
Образование и развитие болот на суходолах	23
Общая характеристика болотной флоры	24
Классификация болот	—
Кочки	26
Строение торфяных болот	27
Рост болот	29
Химический состав торфа	35
Распространение болот	38
Глава вторая. — Цели и приемы осушения	40
Глава третья. — Изыскания	45
Общие изыскания	—
Специальные изыскания	47
Осмотр места	48
Съемка и пикетаж	50
Определение глубины торфа и рода грунта	53
Нивелирование	57
Измерение малых ручьев и старых канав	61
Исследование рек и озер	62
Собирание сведений	71
Репера	72
Рабочий план	73
Трассировка канав	75
Организация изысканий	77
Глава четвертая. — Вода и почва	79
Движение воды на болоте	—
Связь между водой и почвой	84
Осадка торфа	91
Глава пятая. — Расстояние между канавами	98
Влияние цели осушения	—
" климата	107
" свойств почвы	108
" притока со стороны	—
" глубины канав	110
" уклона и характера поверхности площади	111
" экономических факторов	—
Глава шестая. — Размещение осушительной сети	114
Положение магистральных и главных каналов	—
Осушительные каналы	121
Глава седьмая. — Скорости течения воды и уклоны дна осушительных канав	131
Формулы	—
Наибольшая скорость воды в каналах	137
Наименьшая скорость воды в каналах	140
Уклон дна канав	141
Глава восьмая. — Откосы осушительных канав	144

	Стр.
<i>Глава девятая.</i> — Глубина канав	150
Условия агрономические	—
" технические	154
" гидравлические	156
" экономические	159
<i>Глава десятая.</i> — Ширина канав по дну	162
Общие соображения	—
Осадки и сток	163
Общие нормы и формулы стока	166
Практическая формула расчетного стока	170
<i>Глава одиннадцатая.</i> — Специальные способы осушения болот	180
Общие соображения	—
Обвалование	181
Кольматаж	187
Грядование	189
Вертикальный дренаж	—
Осушение культурой растений	—
<i>Глава двенадцатая.</i> — Орошение болот и лугов при осушении их	192
Регулирование водного режима	—
Приемы орошения при осушении	194
Действие орошения	197
<i>Глава тринадцатая.</i> — Составление проекта	201
Содержание проекта	—
Продольные профили осушительных канав	—
Вычисление объема выемки	203
Смета	208
Пояснительная записка	211
<i>Глава четырнадцатая.</i> — Производство земляных работ	217
Общие сведения	—
Работа ручным способом	219
Регулирование рек	—
Прорытие магистралей	228
Перемещение земли	232
Инструменты для работ	234
Организация работ	238
Работа при помощи машин	243
<i>Глава пятнадцатая.</i> — Ремонт осушительных канав	255
Причины порчи канав	—
Действительные изменения размеров канав	261
Производство ремонтных работ	262
<i>Глава шестнадцатая.</i> — Сооружения на каналах и дорогах	266
Мосты и сметы на них	—
Шлюзы и сметы на них	282
Перепады	287
Укрепление откосов и дна	297
Устройство дорог на болоте	300
<i>Глава семнадцатая.</i> — Подпор	305
<i>Глава восемнадцатая.</i> — Результаты осушительных работ	310
Экономические результаты осушительных работ в б. Минской губернии	—
Результаты осушительных работ в Раменской даче б. Московской губернии	323
Результаты интенсивного осушения	330
Гидрологические результаты осушительных работ	332
<i>Приложения.</i> — Постановления правительства	—
О порядке определения и возмещения убытков от повреждений земельных угодий при производстве топографо-геодезических работ	334
О начислении накладных организационных и прочих расходов при составлении смет на строительные работы	335
<i>Литература</i>	337
<i>Алфавитный указатель</i>	340

ГЛАВА ПЕРВАЯ

БОЛОТА, ИХ ОБРАЗОВАНИЕ И РОСТ

Наиболее существенной особенностью болот как угодий является обычная избыточная влажность их; пересыщенность почвы водою задерживает нормальный процесс разложения остатков растительности, обуславливает отложение их в виде сырой органической массы, обращающейся с течением времени в торф.

Насыщенная водою и находящаяся на поверхности земли залежь торфа толщиной после осушения не менее 20 см называется торфяным болотом*.

Главными факторами, вызывающими образование торфяных болот, являются: стоячая вода и сравнительно низкая температура воздуха и почвы.

Процессы разложения органических веществ совершаются под водой значительно медленнее, чем в воздухе. Как известно окислительные процессы, при которых совершаются разложение и распадение веществ, обуславливаются присутствием кислорода, и потому, чем меньше кислорода, тем медленнее совершается этот процесс.

В определенном объеме воды свободного кислорода содержится в тридцать раз менее, чем в таком же объеме воздуха, следствием чего и является медленное разложение в воде органических веществ, и в особенности в стоячей воде, где израсходованный кислород очень медленно замещается притоком свежего. Присутствие извести в воде ускоряет несколько процесс разложения; присутствие же окиси железа замедляет его, так как соединение окиси железа с кислородом происходит очень энергично, и потому расход кислорода на разложение органических веществ уменьшается.

При процессе разложения под водой образуются также различные ульминовые кислоты, нерастворимые в воде. Кислоты эти хорошо сохраняют имеющийся в органических веществах азот, входя с ним в прочные соединения.

В болотах поэтому замечается большое накопление азота, и чем энергичнее происходит процесс разложения, тем накопление азота больше. Так как присутствие извести ускоряет процесс разложения, то чем больше в болоте извести, тем больше обыкновенно в нем и азота.

Температура в значительной степени может ускорять и замедлять процесс разложения. При высокой температуре разложение может совершаться настолько быстро, что накопления растительных остатков не происходит, и торфяных болот не образуется. Поэтому наибольшее развитие получают болота в полосе с умеренным климатом.

До некоторой степени болото само влияет на понижение температуры, так как при значительном испарении воды, которое происходит с поверхности болот, поглощается значительное количество тепла как из самой воды, так и из почвы и нижних слоев воздуха. При этом более холодный воздух

* По определению С. Вебера.

над болотами может увеличивать здесь количество выпадающих атмосферных осадков.

В тех местностях, где климатические и почвенные условия благоприятны для образования богатой луговой растительности, особенно плотно-кустовых злаков, и в то же время излишек воды и низкая температура препятствуют быстрому гниванию отмерших остатков растений, там эти остатки образуют насыщенные водой скопления органического вещества, являющегося затем субстратом для развития болотных трав, накапливающих отложения торфа на месте бывшего луга.

Процесс торфообразования и накопления торфа в высоту, продолжаясь в течение столетий, проходит ряд стадий развития, которые в связи с местными условиями дают болоту определенный тип.

Учение о болотах выделилось в особую специальность — болотоведение, и потому здесь мы можем дать лишь краткие типовые схемы процесса образования болот на местах как бывших водных пространств, так и бывших суходолов, с конечною стадиею в обоих случаях в виде высокого мохового болота.

ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ БОЛОТ НА ВОДОЕМАХ

Этот процесс в общем виде происходит путем постепенного зарастания болот от берегов водными, болотными и луговыми травами.

На минеральное дно озера, или вообще водоема, оседают минеральные и органические частицы грунта, смытые с водосборной площади озера и впадающих в него ручьев, или непосредственно отмываемые волнами от берегов озера. Этот осадок в смеси с выделениями и с остатками водных животных образует первый слой отложений на дне водоема — плотный, минеральный, обычно мергелистый, горизонт серого цвета.

В это же время, ближе к берегу, на дне водоемов развивается подводная растительность, состоящая из разных видов подводных рдестов (*Potamogeton*), водоперицы (*Myriophyllum*), водяной заразы (*Eloдея canadensis*), полушника (*Ysoetes*), роголистника или водяной крапивы (*Ceratophyllum*), пузырчатки (*Utricularia*) и др.

Жизнь этих растений протекает в воде, и лишь в целях размножения они выпускают иногда органы на поверхность воды; пищу в растворе они всасывают всею поверхностью своего тела.

Остатки этих растений, измельченные в значительной мере водными животными, осаждаются на дне водоема и, смешанные с остатками водных животных и с минеральными частицами почвы, отделенными от берегов прибоем волн или принесенными в озеро притекающей водою, образуют органический, богатый минеральными веществами, бесструктурный слой ила, называемый *Gyttia* (в Швеции), или *Mudde* (в Германии), или печеночный торф, или сапропель. Разнообразие номенклатуры указывает на недостаточную еще согласованность исследователей.

По роду минеральных примесей и количеству их ил может быть известковым, глинистым, торфяным.

Обычно одновременно с этим от берегов водоема надвигается к центру до глубины воды в 1—1½ м высокий камыш (*Scirpus lacustris*) (рис. 1), который, умеряя силу волн и течение воды, способствует оседанию приносимых в озеро ручьями взмученных частиц; вследствие этого, в связи с отмиранием самого камыша, водоем от берегов постепенно мелеет и начинает зарастать многими видами растений.



Рис. 1. Камыш озерный — *Scirpus lacustris*. Толстое ползущее корневище в воде. Стебель круглый, безлистый. Колоски в пучках буроватого цвета.



Рис. 2. Тростник — *Phragmites communis*. Ползущее корневище с длинными стеблями. Метелка красно-бурая, цветет в конце лета.

Среди этих растений в первую очередь, при глубине воды в ¼—1 м развивается высокий тростник (*Phragmites communis*) (рис. 2), между которым появляются манники (*Glyceria*), лютики (*Ranunculus Lingua*,



Рис. 3. Водяная лилия — *Nymphaea alba*. Округлые с вырезом у основания листья и белые красивые цветы плавают на поверхности воды. Чашечка четырехлистная.

R. aquatilis), а на водных прогалинах: водяная лилия (*Nymphaea alba*) (рис. 3), кувшинка (*Nuphar luteum*) (рис. 4), рдест надводный (*Potamogeton natans*) (рис. 5), гречиха (*Polygonum amphibium*), водокрас лягушечный (*Hydrocharis morsus ranae*), телорез (*Stratiotes alloides*) и др.

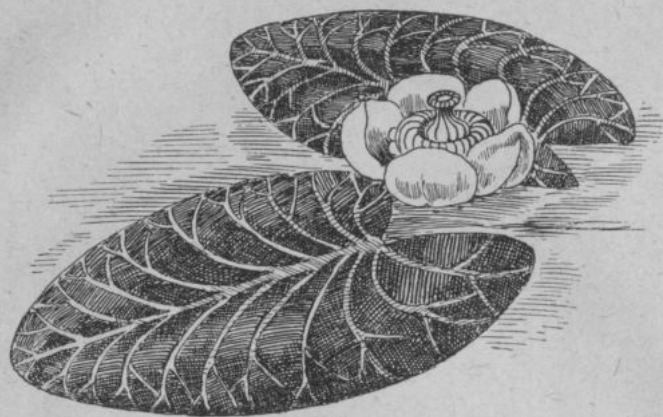


Рис. 4. Кувшинка желтая—*Nuphar luteum*. Овальные с вырезом у основания листья плавают на воде. Душистые желтые цветы приподняты над водой на 4—5 см. Чашечка пятилистная, внутри желтая, снаружи зеленоватая. Лепестков много.

По описанию Р. П. Аболина* в пределы данной (тростниковой) формации волнением воды может заноситься лишь незначительное количество очень мелкого минерального ила, количество же заносимого сюда растительного ила еще весьма значительно.

Местные растительные остатки здесь еще в значительной степени измельчаются и перерабатываются водными животными, но подземные части растений — корневище тростника, кувшинки, лилии, лютика и др. — сохраняются, придавая торфу этой формации некоторую связность и структуру.

По мере накопления илесто-торфяного слоя и уменьшения глубины воды до $1\frac{1}{2}$ —0 м рост тростника ослабляется, и на обмелевшем водоеме появляются новые, уже болотные, растения с господством хвоща иловатого и болотного (*Equisetum limosum*, *E. palustre*) (рис. 8). К хвощу примешиваются: плакун-трава (*Lythrum salicaria*) (рис. 9), камыш лесной (*Scirpus silvestris*), манник водный (*Glyceria aquatica*), водяной хрен (*Nasturtium amphibia*), гречиха (*Polygonum amphibia*), белокрыльник (*Calla palustris*) (рис. 10) и др. При этом происходит полное заторфование покрытой перечисленными растениями части водоема (рис. 11).

Торф описанной (хвощевой) формации отличается значительной грубостью и присутствием

Рис. 5. Рдест надводный — *Potamogeton natans*. Верхние листья плавают на поверхности воды, нижние листья погружены в воду. Околоцветника нет.

крупных растительных остатков, хотя размельчение и переработка растительных остатков животными организмами и здесь играют существенную

* „Опыт эволюционной классификации болот“, Болотоведение, № 3—4, 1914 г. Статья Аболина положена в основу изложения флоры болот.



Рис. 6. Зарастание тростником озера Свержень Витебского округа.



Рис. 7. Зарастание реки Нижней Кривины Витебского округа.

роль. При весенних половодьях, когда в водоем вливаются мутные потоки, и уровень воды в нем поднимается, на торфе этой формации могут отлагаться наносы ила, образующие тонкие прослойки.

Поднятие поверхности торфа над обычным летним горизонтом воды

влечет за собою дальнейшие изменения в флоре поверхности, характеризующиеся развитием осок.

По наблюдениям Р. А. Болина преобладающими в этой стадии развития являются осоки пузырчатая и режущая (*Carex gracilis*, *C. vesicaria*). Между осоками растут: манник водный (*Glyceria aquatica*), канареечник тростниковый (*Phalaris arundinacea*), вейник (*Calamagrostis epigeios*) (рис. 14), хвощ иловатый и болотный (*Equisetum limosum*, *E. palustre*), вербейник обыкновенный (*Lysimachia vulgaris*), белокрыльник (*Calla palustris*), сабельник болотный (*Comarum palustre*), курослеп (*Caltha palustris*) (рис. 13), плакун-трава (*Lythrum salicaria*), череда трехраздельная (*Bidens tripartita*), водяной хрен (*Nasturtium amphibia*), вероника (*Veronica Becabunga*, *V. scutellaria*, *V. longifolia*), касатик водяной (*Iris pseudacorus*), подмаренник болотный (*Galium palustre*, *G. uliginosum*), звездчатка (*Stellaria glauca*).

Кроме того образуется моховой покров из гипновых мхов рода *Calliergon* и *Drepanocladus*.

Появляются кусты ивы (*Salix pentandra* и др.) и ольхи (*Alnus glutinosa*). Ольха достигает на таких болотах большого роста.

Вода покрывает болото в этой стадии развития только на время половодья, когда может происходить намывание илистых и песчаных частиц (рис. 12).

Растительность этой формации идет уже в сельскохозяйственное пользование, давая осоковое сено плохого качества, но достаточное по количеству. Правильное осушение осокового болота увеличивает процент растущего здесь вейника и канареечника, а занесение семян полевицы и др. кормовых трав может обратить такое болото после осушения в удовлетворительный луг.



Рис. 9. Плакун-трава — *Lythrum salicaria*. Цветы малиновые; чашечка трубчатая, зубчатая, с волосками. Лепестков 6, тычинок 12 разной величины, медоносные.

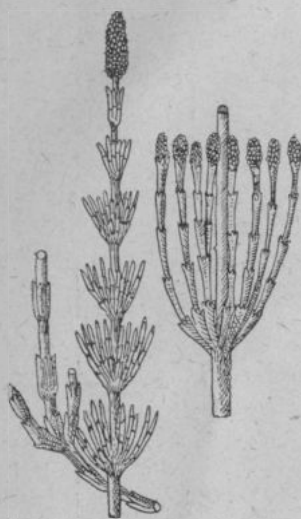


Рис. 8. Хвощ болотный — *Equisetum palustre*.



Рис. 10. Белокрыльник — *Calla palustris*. Цветов в початке околоцветника нет. Крылопочатка с верхней стороны белая, с нижней зеленая. Ягоды ярко-красные, в августе толстое членистое корневище.



Рис. 11. Заросшее озеро реки Усвижи Оршанского округа в Белоруссии.



Рис. 12. Осоковое болото с кустами лозы по реке Свече Витебского округа.

Буйный рост осоки вызывает постепенное возвышение торфяника над уровнем воды, вместе же с этим постепенно изменяются условия питания растений. Водные бассейны, на которых происходят вышеописанные процессы зарастания, сравнительно богаты питательными для растений веществами, в которых нуждается осоковая растительность.

По мере возвышения торфяника содержание питательных веществ в нем уменьшается, осоки и сопутствующие им растения заменяются гипновыми мхами и древесными породами.



Рис. 13. Курослеп болотный — *Caltha palustris*. Золотисто-желтый цветок, без чашелистиков. Листья темнозеленые, лоснящиеся.



Рис. 14. Вейник — *Calamagrostis lpageios*.

Иногда вмешательство человека (пастыба скота и сенокосение) уничтожает развитие древесных пород, и поверхность осокового болота покрывается насыщенным водой мхом-гипнум; при этом получается моховая топь, иногда приподнятая водою; на таком моховике, кроме перечисленных ранее уже видов растений, развиваются: пушица (*Eriophorum latifolium*) (рис. 15), клюква (*Oxycoccus palustris*) (рис. 16), росянка (*Drosera rotundifolia*), шейхцерия (*Scheuchzeria palustris*) (рис. 17) и др.

Если же вмешательства человека нет, то развитие леса продолжается, образуется кустарниковое древесное болото: сначала распространяются главным образом кусты ив (*Salix cinerea*, *S. pentandra*) (рис. 18), вокруг которых благодаря уплотнению торфа, развитию пышной сфагновой растительности, пастыбе скота и пр. образуются кочки; на кочках укрепляются черная ольха и береза.

Заменяемая развивающейся ольхой ива постепенно вымирает, получаются заросли черной ольхи — ольховая топь. Травяная растительность между ольхами разнообразна; на кочках встречаются растения лесов: грушанка (*Pirola secunda*), звездчатка (*Stellaria galericulata*), черника, папоротник и др.; между кочками же растут растения топких болот: вахта трилистная (*Menyanthes trifoliata*) (рис. 19), белокрыльник (*Calla palustris*), сабельник (*Comarum palustre*), осоки, гипновые мхи (*Drepanocladus vernicosus*, *Calliergon cuspidatum*) (рис. 20) и др. и сфагновые мхи.

Дальнейшее увеличение мощности торфа и связанное с этим обеднение почвы обуславливают внедрение в ольховую заросль березы и сосны,



Рис. 15. Пушица — *Eriophorum*. Рис. 16. Клюква — *Oxycoccus palustris*.

Рис. 17. Шейхцерия — *Scheuchzeria palustris*. Ползучее членистое корневище. Околоцветник из шести острых листиков, желтоватый. Тычинок шесть.

которые затем совершенно вытесняют ольху. Замена ольхи и ивы березой и сосной, а на чистом болоте развитие мхов в ущерб осокам, характеризует тип переходного болота (рис. 21).

Поверхность почвы к концу этой стадии занята обычно сплошным покровом сфагновых мхов. Из травяной растительности здесь особое развитие получают осока (*Carex filiformis*) и вахта трилистная (*Menyanthes trifoliata*); встречаются орхидеи (*Orchis maculata*) и др.

Ежегодный прирост древесных пород на болоте невелик, и корни их, вследствие высокого стояния почвенной воды, стелются близ поверхности торфа, но все же при умеренной влажности могут развиваться и большие деревья; из перечисленных пород только ольха дает нормальную древесину. Береза же на болоте подвержена сердцевинной гнили и суховершинности, сосна принимает постепенно уродливые формы. Опадающие листья, ветки

и самые стволы деревьев образуют слой древесного торфа, в котором кора березы и отдельные просмоленные стволы сосны могут сохраняться очень долгое время.

В тени леса поверхностный слой почвы становится более влажным, образуются даже лужи воды, чем снова создаются условия, благоприятные для роста растений, требующих большого количества воды.

Однако вследствие бедности торфа питательными веществами здесь не появляются уже осоки и тростники, а развиваются самые малотребователь-



Рис. 18. Нивелирный ход через заросли ивы-лозы и крушины на болоте.

ные растения — сфагновые мхи (*Sphagnum medium*, *Sph. fuscum*, *Sph. recurvum* и др.) (рис. 22); образуется сфагновое моховое болото.

Многочисленные виды сфагновых мхов обладают особыми полостями для содержания в себе запасов воды; вода хорошо удерживается также между тесно прилегающими друг к другу стеблями мхов; поэтому мох переносит долгие периоды засухи, и, благодаря затруднительности проникновения воздуха через напитанный влагою слой живого мха и быстрому росту мха, процесс нарастания болота в высоту идет в этой стадии энергично. Наряду со сфагновыми мхами появляются: болотная шейхцерия (*Scheuchzeria palustris*), образующая вместе с пушицей (*Eriophorum vaginatum*) иногда самостоятельные слои торфа, вахта трилистная (*Menyanthes trifoliata*), рослянка (*Drosera longifolia*, *D. rotundifolia*) (рис. 23), клюква (*Vaccinium oxycoccus*), подбел (*Andromeda polifolia*), багун (*Cassandra calyculata*), багульник (*Ledum palustre*) (рис. 28), вереск (*Calluna vulgaris*) (рис. 27), морощка

(*Rubus chamaemorus*), черника (*Vaccinium myrtillus*), очеретник (*Rhynchospora alba*) и др.

Отмеченное насекомоядное растение рослянка интересно в том отношении, что по нему можно определить нарастание мохового ковра за последние несколько лет. Ежегодно на поверхности мха рослянка образует розетку листьев, в то время как стебель ее растет в высоту. Розетка эта покрывается мхом, а в следующем году на поверхности этого мха образуется новая розетка листьев. Таким образом расстояние между розетками равняется ежегодному нарастанию мохового ковра.



Рис. 19. Вахта трилистная — *Menyanthes trifoliata*. Венчик воронковидный, пятираздельный, снаружи телесного цвета, внутри белый. Ползучее корневище. Листья прикорневые, на длинных стеблях, тройчатые.



Рис. 20. Гипновый мох.

Из древесной растительности на моховом болоте держатся: дольше всего — сосна (*Pinus silvestris*), скорее гибнут березы (*Betula pubescens*, *B. humilis*, *B. nana*) и ива.

По наблюдениям В. Сукачева сосна начинает отмирать, как только сфагновый ковер обрастает корневую шейку настолько, что она оказывается на глубине 15—20 см от поверхности, и совсем отмирает, когда корневая шейка оказывается на глубине 30—40 см от поверхности. Это отмирание является следствием: 1) затруднения доступа воздуха к корням; 2) затруднения поступления воды в корни благодаря растворам угольной и перегной-



Рис. 21. Болото переходного типа с зарослью березы.

Рис. 22. Белый мох — *Sphagnum*.

Рис. 23 Рослянка — *Drosera rotundifolia*. Цветы белые, во второй половине лета. Листья прикорневой розеткой, отрастающей ежегодно на уровне поверхности мха. На листьях — красные железистые волоски. Мелкое насекомое, попав на лист, прилипает к нему; тогда волоски наклоняются, захватывают насекомое и выделяют кислоту, в которой насекомое растворяется. Раствор поглощается листом растения.



Рис. 24. Моховое болото с зарослью сосны.

ной кислот (гумусовые кислоты); 3) плохой теплопроводности торфа; 4) бедности раствора питательными веществами. Корневая система болотной



Рис. 25. Моховое болото с погибшей сосной.

сосны по наблюдениям Сукачева не бывает глубже 0,5 м от поверхности.

Схема дальнейшего процесса развития болота излагается в книге В. Берша* следующим образом:

„Сфагнум“, развиваясь в сыром лесу, покрывает в виде густого, пропитанного водой, покрова пространства между соснами и березами и растет по ним, затрудняя доступ воздуха к корням, от чего древесные стволы отмирают. На границе мохового покрова стволы, там, где они становятся попеременно то влажными, то сухими, загнивают, падают и наконец погреваются под надвигающимся на них покровом (рис. 25).

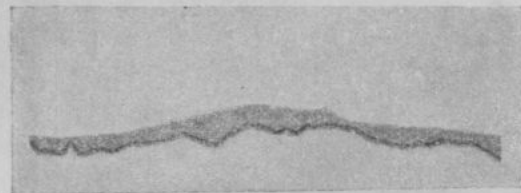


Рис. 26. Разрез мохового болота Кострецкой лесной дачи Тверского округа.

Почти всегда со сфагновыми мхами встречается одноголовая пушица (*Eriophorum vaginatum*), также принимающая участие в образовании торфа.

Однако в то время как мало-разложившийся сфагнум образует рыхлый и светлый, а хорошо разложившийся — тяжелый и темный торф, представляющий однородную массу, остатки пушицы, ее корневища и волокна сохраняются очень хорошо и ясно распознаются даже и в старом торфе в виде пучков от светло- до темно-коричневого цвета, образующих нередко прослойки или гнезда.

Сфагновые мхи растут, группируясь в небольшие возвышения — кочки, пропитанные, как мы уже упомянули, водой. Избыток воды, которую мох не может удержать, стекает к краям кочки, заболачивая почву, вследствие чего и здесь поселяются моховые растения; моховые кочки постепенно разрастаются и наконец соединяются в общий замкнутый покров, представляющий те же особенности, что и отдельные кочки. Вода стекает с более высоких мест к краям, вызывая заболачивание и создавая условия, благоприятные для поселения болотных растений, образующих новые слои торфа. Сфагновый покров может распространяться все далее и далее по окружно-



Рис. 27. Вереск — *Calluna vulgaris*. Ветвистый кустарник 30—60 см высоты. Цветы мелкие в однобоких кистях. Чашечка и четырехнадрезный венчик лилово-розовые.

* В. Берш, Руководство по культуре болот. Перевод с немецкого, 1914 г.

сти, выходя за край озера, на котором он возник, занять обширные пространства и даже подняться на неособенно крутые склоны. Здесь ясно видна разница между ростом болот, происшедших из более требовательных растений — тростника и осок, — и болот, возникших преимущественно из сфагновых мхов. Зарастание озера идет с краев и заканчивается посередине, имея таким образом центростремительное направление, в то время как сфагновое болото распространяется от середины к краям, т. е. в центростремительном направлении.

Беспрепятственный рост сфагновых болот зависит от присутствия достаточного количества влаги, доставляемой атмосферными осадками. С наступлением продолжительных сухих периодов развитие сфагновых мхов затрудняется и даже может совсем остановиться.

Вместе с нарастанием мохового болота часто поднимается и уровень воды в озере, так как все истоки из него тоже зарастают и вода из озера поступает в таких случаях исключительно на питание сфагнума. Таким образом при разрастании этих болот верхний ручьев исчезают, и питание рек уменьшается.

Примеров таких зарастаний на нашем севере и западе множество; как на рельефный пример можно указать на Святое озеро в Кострецкой лесной даче Тверского округа, где площадь озера с 340 га уменьшилась до 181 га, а уровень воды поднялся на 4 м с лишком, так как бывший исток воды исчез под торфом, и поверхность его совершенно сравнялась с окружающим моховым болотом. (План болота и озера помещен в конце книги, на рис. 205 и 206, а разрез — на рис. 26.)

На сфагновых моховых болотах с первоначально ровной или выпуклой поверхностью в конечной стадии их развития начинается дифференцировка поверхности; в иногда случайно появляющихся мокрых впадинах на моховом ковре быстро растущие мхи (*Sphagnum fuscum*) заменяются мхами с меньшим приростом органической массы (*Sphagnum balticum*, *Sph. cuspidatum*)*, вследствие чего мелкое понижение поверхности превращается в западину, наполняется водою и постепенно образует посреди моховика вторичное озеро.

Так как в климатических условиях северной половины территории СССР выпадающей атмосферной влаги по видимому больше, чем испарения ее с мохового болота, то получающийся, особенно в сырые годы, излишек воды на моховом болоте ищет выхода, образуя постепенно в поверхностных слоях торфа русла вторичных речек, берущих иногда начало из вто-



Рис. 28. Багульник болотный — *Ledum palustre*. Вечнозеленый, прямостоящий кустарник, высотой 60—130 см. Белый, редко красноватый, венчик из 5 свободных лепестков. 10 тычинок. Одурающий запах. Плод — коробочка. Листья кожистые.

* Р. П. Аболин, Опыт эволюционной классификации болот.

ричных озер; по берегам этих протоков на моховом покрове из *Sph. recurvum* появляется осока (*Carex ampullacea*).

Впоследствии дренирующее действие образовавшегося вторичного русла может оказаться столь заметным, что торф начинает уплотняться и на нем появляются вновь болотная сосна и кустарники (рис. 24).

Таким образом на месте первоначального водоема образуются в течение неопределенно долгого времени сначала травяное болото, затем лесное и наконец моховое болото (рис. 25).

Заращение водоема может происходить не только со дна его, как изложено на предыдущих страницах, но иногда и нарастанием плавающего растительного ковра от крутых берегов глубокого водоема в защищенных от ветра местах; этот ковер образуется из сплетений: трифоли (*Menyanthes*), сабельника (*Comarum*), шейхцерии и осок на фоне мхов, чаще белых, иногда зеленых (рис. 30).

Лавренко нашел на озере в окрестностях с. Лиман бывш. Змиевского уезда следующие растения в таком ковре из сфагнома: *Comarum palustre*, *Carex anescens*, *Agrostis canina*, *Typha latifolia*, *Sparganium minimum*, *Menyanthes trifoliata*, *Eriophorum angustifolium*, *Drosera rotundifolia*, *Glyceria fluitans*.



Рис. 29. Сыть — *Siperus fuscus*. Стебель остро-трехгранный. Листья линейные, плоские. Пленки цветков темнобурые.

Надвигающийся на водную поверхность растительный ковер образует сплаvinу или „плав“, первоначально не выдерживающий тяжести человека и разрываемый в слабых своих частях действием волн. Но затем он утолщается настолько, что образует хотя и качающийся под ногами, но уже



Рис. 30.

прочный ковер, по которому можно ходить; под этим ковром долгое время остается вода, а затем очень жидкий торф, хотя вся поверхность бывшего водоема может быть уже сплошь покрытой зеленым ковром; в некоторых местах могут оставаться слабо заросшие или совсем открытые „окна“. Осушение такого болота влечет за собою сильнейшую осадку его.

По мнению В. Сукачева „образование сплавины представляет собой очень частое явление не только на севере, где, казалось бы, этому больше благоприятных условий, но и на юге“. Такой процесс обнаружен был В. Сукачевым на Зоринских болотах Курского округа.

ОБРАЗОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ БОЛОТ НА СУХОДОЛАХ

Значительные площади торфяных болот образовались не на местах бывших водоемов, а непосредственно на минеральном грунте; образование болота в этом случае может идти двумя главнейшими путями.

1) Заболачивание *суходольного луга* вследствие выхода или поднятия грунтовых вод, вызванного или искусственным заграждением водотока, или надвиганием мохового болота. Такое заболачивание идет обычно не широкой полосой, и характерными растениями этого процесса являются хвощ болотный (*Equisetum palustre*), осоки (*Carex filiformis*, *C. limosa*, *C. vesicaria*, *C. rostrata*), пушицы (*Eriophorum*); из деревьев здесь встречаются кусты черной ольхи и березы.

В начале этой стадии мхи имеют слабое распространение; постепенное утолщение торфяного слоя вызывает обеднение растительности, заменяющейся сначала развитием осок, а затем мхов (*Sphagnum recurvum*) и шейхцерии (*Scheuchzeria palustris*). Далее процесс идет в описанном уже порядке развития моховых болот.

2) Заболачивание проявляется часто на месте *вырубленного леса* не только в низинах, но и на возвышенных местах. Лесосека покрывается злаками, среди которых чаще всего растут одновременно вейник и луговик (*Aira caespitosa*), образующие плотную дернину, которая является препятствием для возобновления древесной растительности и способствует застою влаги. Наряду с вейником и луговиком разрастается зеленый мох — кукушкин лен, охватывающий и заглушающий оставшиеся из-под леса растения. Через несколько лет на создавшемся субстрате появляется белый мох — сфагнум, — и образуется моховое болото (по Докторовскому, „Болота и торфяники“, 1922 г.).

Водонепроницаемость лесных почв и потому склонность их к заболачиванию увеличивается образованием под лесом непроницаемого ортштейнового слоя, или красной руды, из сцементированной материнской породы. Разложение скопляющейся лесной подстилки, происходящее при участии грибной флоры, дает в результате креновую кислоту, соединения которой легко растворимы. Поэтому при просачивании воды вглубь почвы она увлекает с собою в раствор все минеральные вещества почвы, соединяющиеся с креновой кислотой, кроме кремнезема. Встречая на своем пути избыток минеральных оснований, креновая кислота нейтрализуется и, вследствие недостатка на глубине кислорода, переходит в апокреновую кислоту, соли которой трудно растворимы и потому выделяются, цементируя материнскую породу в твердые слои или отдельные скопления, называемые ортштейном.

В областях тундры причиной заболачивания является весьма малое испарение с поверхности земли и залегание на близком от поверхности земли расстоянии слоя вечной мерзлоты; мерзлый слой непроницаем для воды и потому вызывает скопления ее у поверхности. По описанию П. Стакле* вечная мерзлота и глина задерживают в Амурской области всю

* Задачи с.-х. гидротехники в Амурской области, 1911 г.

воду, а высокая температура вегетационного периода и влажный летний климат создают колоссальную травяную растительность, очень содействующую заболачиванию. Трава дает массу мертвого покрова, который задерживает оттаивание земли все лето, препятствует испарению и механически задерживает сток воды. Все это в результате дает торфяные скопления и образует кочки, высотой в 1 м, покрывающие все пологие склоны и долины; такие кочкарники носят там название „мари“.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БОЛОТНОЙ ФЛОРЫ

Обычный спутник моховых болот — болотная сосна по мнению Н. Кобранова есть не что иное, как обыкновенная сосна, у которой понижен обмен веществ вследствие неблагоприятных условий местопроизрастания; иными словами, болотная сосна есть физиологическая разновидность обыкновенной сосны, и потому с изменением условий произрастания болотная сосна способна к восстановлению до обыкновенной сосны, даже после 65-летнего вредного влияния субстрата. В то же время В. Сукачев различает три, а некоторые исследователи и четыре, разновидности сосны *Pinus silvestris*, растущей на болоте, отличающихся друг от друга формой ствола и ветвистостью.

Хотя моховое болото насыщено водою, но сосна на таком болоте ведет себя так, как будто растет на самом сухом песке, именно, рост побегов продолжается по наблюдениям Титова в Раменской лесной даче бывш. Московской губ. всего в течение одного месяца, причем хвоя короче нормальной. Сосна на болоте страдает от жажды.

Это обстоятельство, как бы недостаток влаги на болоте, вызывает особенности в строении болотных растений, выявляющиеся в виде приспособлений для уменьшения испарения через листья и стебли. Защитой от испарения у болотных растений служат: густой покров из волосков на нижней поверхности листьев у багульника, ивы и подбела; восковой налет на всей поверхности листа у голубики, или только на нижней поверхности листа подбела и клюквы; кожистые листья, остающиеся зелеными и на зиму — у багульника, клюквы, брусники, подбела; безлистные стебли у хвоща, пушицы и некоторых осок; уменьшенные размеры хвои у болотной сосны.

Причина того, что на болоте многие растения живут, потребляя возможно меньшее количество воды, т. е. имеют ксерофитный характер, ищется в нескольких обстоятельствах:

1) Жидкость, насыщающая торфяник, есть коллоидальный раствор органических веществ, из которого растение может черпать воду лишь с трудом; 2) низкая температура на горизонте корневых систем также затрудняет доступ воды в корень; 3) содержание в воде угольной и перегнойных кислот делает эту воду ядовитой для растения, и потому растение старается ограничить потребление такой воды до минимума.

КЛАССИФИКАЦИЯ БОЛОТ

Описанные стадии образования и роста болот обычно соединяют в три главные группы, в основу различия которых кладутся характер растительности и род питания.

По характеру растительности болота делятся на травяные, смешанные и моховые. К травяным относят стадии развития от начала

зарастания водоема тростником до появления на болоте березовых и сосновых зарослей. Эти болота служат обычно сенокосными угодьями и имеют обширное распространение в долинах рек с засоренным руслом и малым уклоном. Смешанными называют болота, на коих обычно в периоды покрытия их березовой и сосновой зарослью происходит вытеснение луговой растительности моховым сфагновым покровом. Эти болота служат часто пастбищами. Моховым болотом называют болото со сплошным покровом мха, родом сфагнум, среди которого лишь держатся чахлая сосна, отдельные березки и перечисленные ранее немногие роды травяной растительности. Эти болота являются обычно совершенно неудобными землями и служат населению лишь местом сбора ягод.

По роду питания водою болота делятся также на три группы: низовые, переходные и верховые.

Низовым болотам свойственно постоянное или периодическое затопление озерной или речной водою и связанное с этим обогащение торфа намытым растительным и минеральным илом и растворенными в воде солями элементами.

Переходным болотам свойственно некоторое незначительное возвышение над средним и даже высшим горизонтом воды соседнего водоема или реки, и потому растительность такого болота питается находящейся в избытке грунтовой водою; к этой группе относятся болота описанных более поздних стадий водоемного образования (от покрытых зыбким гипновым ковром до покрытых ивовыми, ольховыми, березовыми и сосновыми зарослями), также начальные стадии суходольного заболачивания.

Верховым болотом называют болото с большой мощностью торфяной залежи, которая значительно возвышается над горизонтом приточных грунтовых вод и потому питается лишь чистыми водами атмосферных осадков подобно выставленной на воздух губке.

Так как характер растительности зависит преимущественно от условий питания ее, то понятно, что классификация болот по растительному покрову и по условиям питания должна давать в общем одни и те же группы. Поэтому болото травяное есть тоже и болото низовое, болото смешанное есть обычно и переходное, болото сфагновое есть болото верховое.

Классифицируя по роду растительности, можно установить нижеследующие типы болот.

Травно-гипновые болота	{ Осоковые Тростниковые Камышковые Рогозовые Вейниковые Хвощевые
Лесные болота	{ Ивово-кустарниковые Ольшанниковые Березняковые Березо-елово-сосновые
(Моховые) Сфагновые болота	{ Сосново-сфагновые Открыто-сфагновые

КОЧКИ

Рельеф поверхности болота и мокрого луга может быть характеризуем еще как ровный или как кочковатый. По роду образования и строению кочки могут быть разделены на две основные группы: кочки земляные и кочки растительные.

Кочки земляные образуются двояко.

1) Работой подземных животных, выбрасывающих при рытье ходов землю на поверхность сухих лугов (кроты, землеройки); покрываясь затем травяной растительностью, такие кочки становятся твердыми, холмообразными и сохраняют надолго свою величину и форму; при обращении луга под культуру они легко распаиваются, так как тело их первоначально образовано рыхлою землею. Такие кочки могут быть названы насыпными.

2) Выбыванием пасущегося скота на сырых местах; пастбище прорезываются тропами пасущихся животных, — между тропами образуются кочки плоской формы, больших размеров в длину и ширину; на них вследствие осушающего действия ходов успешно развиваются травы. При продолжении пастбы скот выбивает все новые и новые тропы, разрезая болотистый луг на более мелкие кочки.

Собственно новым образованием здесь являются не кочки, а прорезы, тропы между ними, и потому такие кочки могут быть названы грунтовыми.

Вторая группа кочек — кочки растительные — может быть по строению также разделена на две подгруппы, образуемые:

1) Пнями срубленных деревьев и кустарников. Пни обрастают грибами и мхом, возле них укрепляются и травы; в конце концов все это срастается, скопляется органическое вещество, и образуется кочка с древесным скелетом из ольхи, березы, ивы, ели или сосны. Истребление этих кочек, называемых древесными, требует затраты большого труда, особенно если они образовались на корнях ольхи и ивы, дающих поросль, крепко держащую материнское растение.

2) Разрастанием кустовых осок и злаков на топких лугах. Здесь образуются травяные кочки, характерные высотой и узким основанием; между такими кочками остаются ходы, замкнутые разросшимися сверху травами. Кочки эти неустойчивы, состоят в основании лишь из массы отмерших и живых растений. Обмывание водою мертвых и разложившихся стеблей основания кочки и является повидимому причиной постепенного его сужения, причем более быстрое разложение основания вызывается частым смачиванием и высыханием его, вследствие колебания уровня воды на болоте.

При осушении болота кочки насыпные и грунтовые, могущие находиться лишь на болотах с мелким торфом, существенного изменения сами по себе не претерпевают; кочки с древесным скелетом, глубоко укоренившимся в торфу или в подстилающем болото минеральном грунте, после осушения вследствие осадки торфа выделяются на болоте с большой рельефностью, как бы вылезают из торфа. Наконец кочки травяные оседают вместе с поверхностью торфа, выветриваются (перегнивают) в основании, падают. Вследствие создаваемых осушением благоприятных условий дальнейшего развития грубых осок новых кочек такого типа на осушенном болоте не образуется, и болото само собою очищается от травяных кочек.

СТРОЕНИЕ ТОРФЯНЫХ БОЛОТ

Каждая растительная формация, уступая место следующей, остатками своими участвует в нарастании торфяной массы, давая ей особый вид и свойства, по которым на вертикальных разрезах можно восстановить вышеописанную историю развития болота.

Схема расположения формаций торфа на болоте, образовавшемся зарастанием бассейна, представлена Вебером в следующем виде (рис. 31).

Более детальной общей схемой болотных формаций, места и порядок образования их, представлена Р. П. Аболиным для болот Новгородского округа в следующем виде (латинские названия заменены русскими) (рис. 32).

Физические свойства торфяных образований, происшедших из одного и того же вида растений, бывают весьма различны в зависимости от степени разложения их и уплотнения; так например, слой молодого мха существенно отличается от плотного разложившегося мха. В старых торфяниках слой мохового торфа состоит из нижнего, совершенно разложившегося черного горизонта и из верхнего, светлого, слабо разложившегося горизонта торфа; между ними можно иногда заметить тонкий, крошащийся пограничный горизонт. Полагают, что в период образования моховых болот наступила временная многолетняя засуха, в течение которой остановилось развитие мха; мох заменился пушицей и вереском, которые и образовали крошащийся пограничный горизонт.

В. Сукачев полагает, что этот засушливый период был две-три тысячи лет назад.

Отложения торфа переходной стадии жизни болота содержат в себе значительное количество неразложившихся остатков кустарников и деревьев: ивняка, ольхи и сосны, преимущественно долго сохраняющихся корней. Кора березы сохраняет в торфу свежий белый вид в течение столетий; дубовая древесина сохраняет свою прочность неопределенно долгое время.

Приводим для примера разрез Шуваловского торфяника, лежащего к востоку от ст. Парголово Октябрьской ж. д., изученного В. Сукачевым (рис. 33).

Более сложное строение Толполовского торфяника Ленинградского округа, исследованного Г. Ануфриевым (рис. 34).

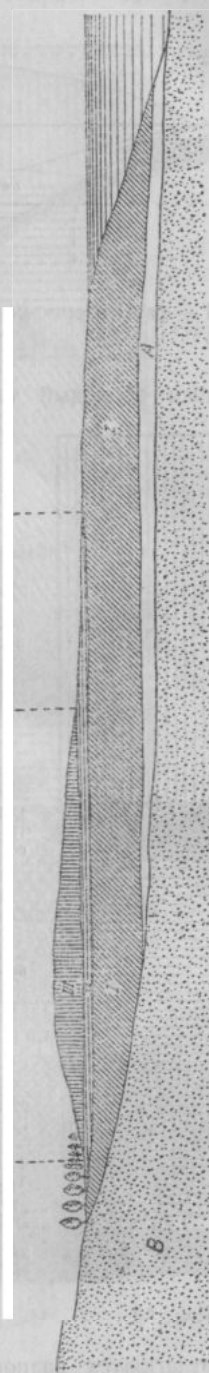


Рис. 31. Схема болота, образованного путем зарастания озерного бассейна (по Веберу): В — подпочва; А — образования с измельченными частями растительных остатков (Muldebildungen). I. Низинное болото. II. Переходное. III. Моховое. Налево — переходный лесс. Направо — вода озера.

Иногда наблюдаются залежи с наложением различных видов торфа в порядке, обратном вышеприведенному. Наверху — плотный и хорошо раз-



Рис. 32. I — фазы озерно-речного питания; II — фазы грунтового питания; III — фазы атмосферного питания.

ложившийся осоковый торф, под ним — древесный торф, а еще ниже — сфагновый, слабо разложившийся торф, желтый при вырезке, темнеющий на воздухе. Такие залежи по предложению Кудряшева называют „обращенными“ торфяниками; им описан такой торфяник близ ст. Холщевки Моск.-Бел.-Балт. ж. д. Обращенный торфяник залегает и по реке Проне на лугах Горы Горецкой (Белорусской) сельскохозяйственной академии.

В торфу консервируются не только древесные остатки, но и еще в лучшей мере сохраняется пыльца (содержимое мужских органов цветка) древесных пород, различаемая под микроскопом. Исследовав, к каким древесным породам принадлежит пыльца, находимая в образцах торфа с разных глубин, возможно восстановить происходившие перемены климата за время образования данного торфяника. Например в Галицком мхе, при ст. Редькино Октябрьской ж. д., исследованном Д. Герасимовым, на глубине 4 м оказалось скопление пыльцы дуба, свидетельствующее о бывших здесь в районе болота дубовых лесах, ныне отсутствующих.

В торфяной толще отложений низинных формаций часто встречаются особые минеральные образования.

Если вода, питавшая болото, была богата солями железа, то в торфяной толще отлагаются разнородные соединения железа. У подножия склонов встречаются низинные болота, торф которых пропитан железной

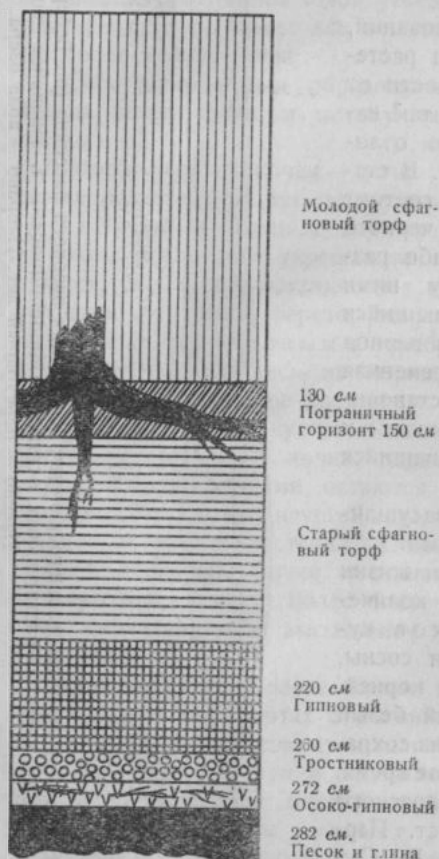
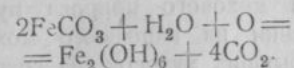


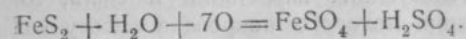
Рис. 33.

охрой, придающей всему торфу бурую окраску: это — гидрат, окиси железа $Fe_2(OH)_6$. В глубоких слоях соединениями железа, с песком и глиной, образует скопление железной руды в виде желваков и прослоек темнокоричневого цвета. Образование железной охры происходит окислением углекислого железа, вымываемого водою из минерального грунта по мере продвижения этой воды к поверхности торфяника:



Железистые соединения в воде входят в соединение также с фосфорной кислотой, выделяемой разлагающимися растениями, в результате чего в торфе образуются прослойки мелкозернистой, мучнистого строения, синей руды, называемой вивианитом; в толще торфа вивианит имеет белый цвет и не сразу заметен и лишь после окисления на воздухе, при копке канав, окрашивается в синий цвет.

Затем железо находится в торфе низинных болот еще в соединении с серой, образуя серный колчедан. Извлеченный наружу при копке канав, он окисляется в серную кислоту, которая выжигает растительность:



Торф, богатый железом, дает при сжигании желтую или красную золу.

В низинном торфе обыкновенно можно найти кроме того остатки животных, занесенных в него разливами, как то: ракушки, кости рыб и т. п.

РОСТ БОЛОТ

Мощность торфяных образований колеблется, в зависимости от их возраста и внешних воздействий, от 20 см до десятков метров. Наибольшая известная глубина — 24,6 м — определена на моховом болоте в Пентлаке, недалеко от Норденбурга, в Восточной Пруссии. Измерения у Шехстеда в Германии при проведении канала показали мощность торфяного слоя

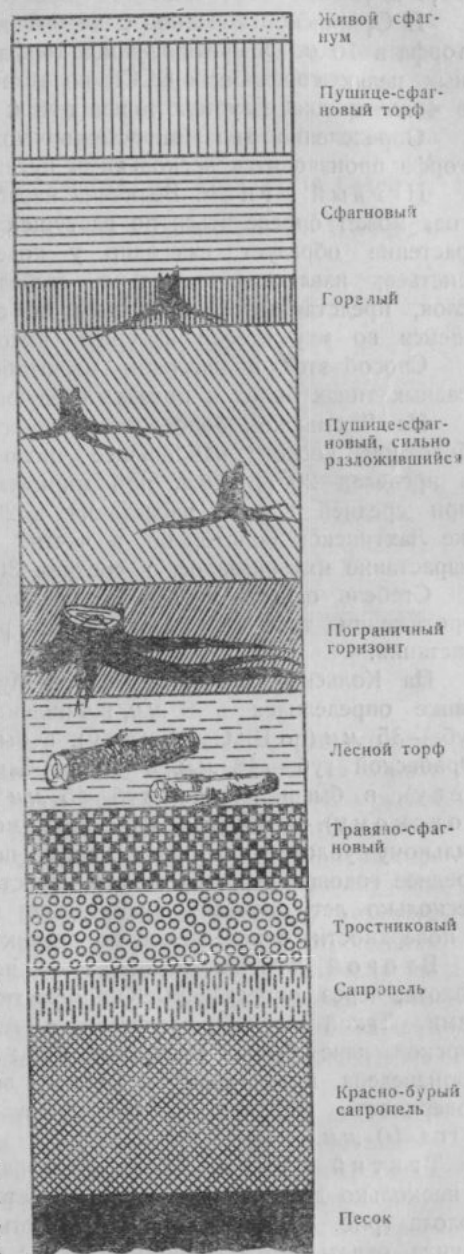


Рис. 34.

в 20 м. На одном моховом болоте Восточной Галиции найдена глубина в 13 м и в низинном болоте близ Оссиахерского озера в Кернтене — 11,5 м*.

В Оршинской казенной даче бывш. Тверской губ. определена мощность торфа в 10 м. Обычная глубина торфа на исследуемых в сельскохозяйственных целях торфяниках СССР колеблется между 1—2 м, однако и глубины в 4 м нередки. Глубина торфа в 6 м уже редка.

Определение хода нарастания мохового покрова вверх и накопления торфа производится несколькими путями.

Первый прием. Величина нарастания мха за последние один—четыре года может определяться по растущей на моховом болоте росянке. Это растение образует ежегодно у поверхности мохового покрова мутовку листьев; извлекая тщательно стебель росянки из наростшего мохового слоя, представляется возможным по следам бывших мутовок на сохранившемся во мху стебле измерить высоту ежегодного нарастания мха вверх.

Способ этот в массовом масштабе был применен М. Юрьевым на разных типах болот и показал следующие результаты:

На Лахтинском болоте под Ленинградом, сфагновом моховике с мелкой болотной сосной, наибольшее число точек показало годичный прирост в пределах 20—30 мм, при минимуме в 10 мм, максимуме в 59 мм и при средней высоте нарастания в 29 мм (из 150 измерений). На том же Лахтинском болоте, но в части, покрытой мхом с пушицей, годовое нарастание мха оказалось в среднем 30,4 мм (из 250 измерений).

Стебель одного и того же экземпляра росянки показывает, что мох на протяжении трех лет дает весьма различные по величине годовые нарастания.

На Кольском полуострове, под Мурманском, годичный прирост по росянке определен в 8 мм, в Финляндии — 21 мм, в бывш. Новгородской губ. — 35 мм (по В. Сукачеву), в бывш. Псковской губ. — 35 мм, в бывш. Орловской губ. — 48 мм, в бывш. Самарской губ. — 30 мм (по В. Сукачеву), в бывш. Курской губ. 45 мм*, в Полесье — 35 мм (по Докторовскому). — Так как наростший мох подвергается с течением времени сильному уплотнению под тяжестью последующих нарастаний и снега, то среднее годовое действительное нарастание мохового покрова в высоту на несколько лет окажется значительно меньшим, чем ежегодное нарастание с поверхности, определяемое по росянке.

Второй прием основывается на нивелировке поверхности мохового болота, через определенные промежутки времени, между надежными реперами. Такой случай представился А. Брудастову в Петровско-Шатурской даче бывш. Рязанской губ.: по нивелировке 1875 г. им была произведена нивелировка в 1914 г., выяснившая, что за истекшие 40 лет поверхность моховика поднялась в среднем на 400 мм, что дает в год 10 мм.

Третий прием. Определение нарастания мохового покрова за время в несколько десятков лет осуществляется на соснах, растущих по окраинам болота (рис. 35). С того года, как ствол сосны, растущей на минеральном грунте, охватывается надвинувшимся с болота моховым покровом, годовые отложения древесины резко уменьшаются. По годовым кольцам на срезе такой сосны легко определить, сколько лет назад началось в данном месте

нарастание мха; толща же наростшего мха измеряется у дерева непосредственно. Таким путем Р. Спарро определил нарастание мха в высоту на окраинах болота в Кострецкой даче бывш. Тверской губ. (в 1904 г.) в 20—35 мм и в Гореской лесной даче бывш. Могилевской губ. в 42 мм в год, при 12-летнем периоде. Наблюдения над окраинными соснами дают возможность определить годовую величину продвижения мохового болота вперед. Если по годовым отложениям древесины установлено, что сосна захвачена болотом t лет назад, и измерено расстояние сосны от суходола в l м (рис. 35), то годовое продвижение болота на этом месте равно $\frac{l}{t}$ метров. Оно оказалось на Гореском болоте по наблюдения Р. Спарро от 4 до 10 м в год.

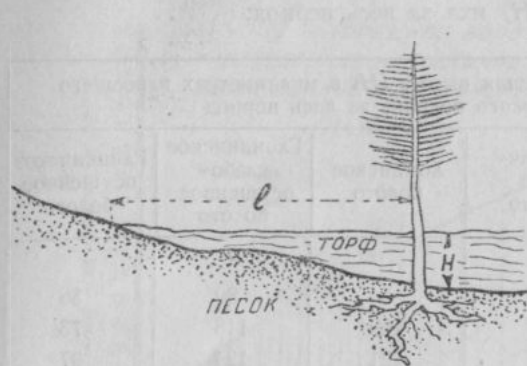


Рис. 35.

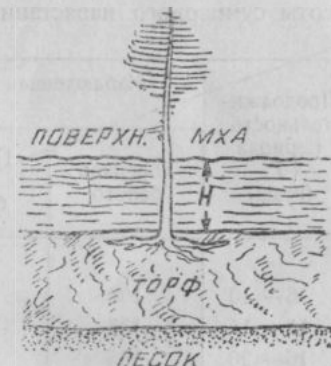


Рис. 36.

Четвертый прием. По положению корневой шейки растущих на самом моховике болотных сосен. Корневая шейка появляющейся на болоте сосенки располагается у самой поверхности мохового покрова. С каждым годом ствол сосны растет вверх, корни развиваются вглубь и вширь, а корневая шейка остается на месте, опускаясь лишь вместе со всей массой торфяника. Нарастающий моховой покров покрывает корневую шейку все большим и большим слоем (рис. 36). Поэтому, измерив толщину мохового слоя над корневой шейкой сосны и определив по годовым отложениям древесины возраст сосны, легко вычислить средне-годовую величину нарастания мха и за малые, и за продолжительные периоды времени. Этим приемом в массовом масштабе пользовался М. Юрьев, опубликовавший результаты своих исследований в „Известиях Научно-мелиорационного института“ за 1925 г.

Вследствие постепенного уплотнения моховой массы, под действием давления на нее вышенарастающего мха, содержащего в себе значительный вес воды, и вследствие происходящих процессов как бы консервирования мха плотность массы с течением времени, и следовательно по мере углубления, увеличивается; вследствие этого ясно, что средне-годовая величина нарастания мха оказывается тем меньше, чем за больший период времени она вычисляется.

Определение высоты мохового покрова над корневой шейкой может быть произведено в каждом отдельном случае лишь очень грубо, особенно если сосенка окружена моховой кочкой; также лишь грубо может быть

* Берш, Руководство по культуре болот, 1914 г.

определен возраст сосны по тончайшим годичным отложениям древесины. Вследствие этого и величина годичного нарастания мха в отдельных случаях как функции высоты слоя мха и возраста сосны получается с заметной погрешностью; кроме того нас интересует нарастание мха не в одной или десяти точках болота, а по всей поверхности исследуемого болота. Поэтому необходим по каждому болоту массовый материал, при котором сглаживаются неточности единичных определений.

По такому методу А. Дубахом было организовано определение нарастания мха на четырех болотах Белоруссии: в Горецкой, в Пышачской, Глинкинской лесных дачах и на Хоминском болоте Бобруйского округа, с взятием и анализом в сумме 3 091 сосны. Сосны с каждого болота были сгруппированы по возрасту их через каждые пять лет, и для разных возрастов, т. е. для разных периодов времени (T), оказались следующие средние высоты суммарного нарастания (H) мха за весь период:

Продолжительность периода T (годы)	Наблюденная средняя высота (H) в миллиметрах наростшего мохового покрова за весь период				
	Горецкое болото	Пышачское болото	Хоминское болото	Глинкинское слабоосушенное болото	Глинкинское осушенное болото
6—10	108	172	—	80	56
11—15	135	217	189	118	73
16—20	185	297	221	124	97
21—25	225	315	251	168	152
26—30	279	356	277	213	171
31—35	307	370	300	240	172
36—40	331	407	327	308	186
41—45	340	409	—	340	189
46—50	384	456	—	370	226
51—55	371	451	—	435	260
56—60	400	464	—	447	273
61—65	384	447	—	479	302
66—70	483	517	—	469	313
71—75	321	489	—	482	343
76—80	—	507	—	499	359
81—85	—	556	—	540	307
86—90	—	510	—	510	440
91—95	—	493	—	539	437
96—100	—	441	—	539	490
101—105	—	515	—	513	484
106—110	—	432	—	643	—
111—115	—	565	—	—	—
116—120	—	590	—	—	—
121—125	—	554	—	—	—

В числах имеется шероховатость, неизбежная при малой достигаемой точности измерений и при малом числе сосен большого возраста.

Наглядное представление об увеличении толщи моховой массы с течением времени дают помещаемые ниже два графика, где по горизонтали отложены периоды в годах T , а по вертикали — соответствующие толщи мха (H) (рис. 37 и 38).

Рассмотрение нанесенных столбиков толщи мха (H) показывает, что если соединить вершины их плавной кривой, то эта кривая будет походить на параболу.

Простейший вид уравнения параболы, связывающей высоту H с временем T , выражается так:

$$H = a \cdot T^b.$$

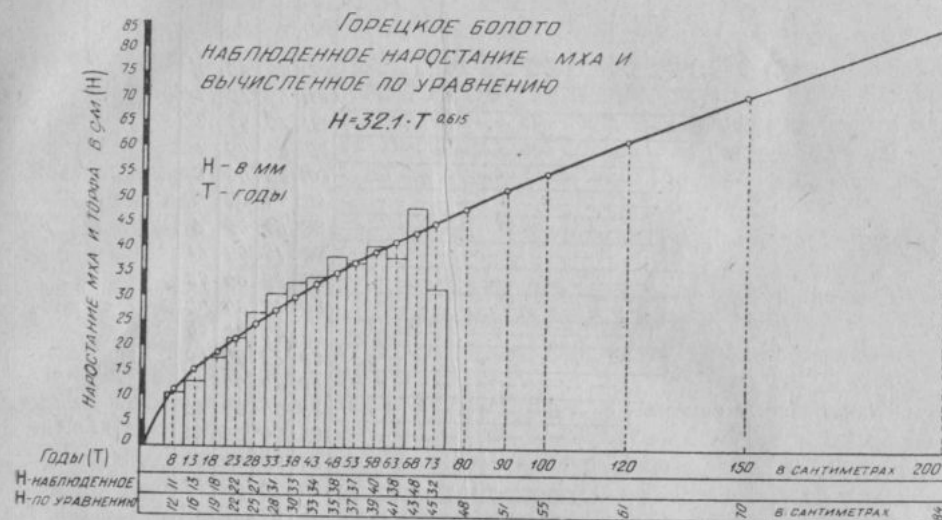


Рис. 37.

Определив значение a и b способом наименьших квадратов, получим зависимость между высотой наростшего мха и временем:

по Горецкому болоту

$$H = 32 \cdot T^{0,62},$$

по Пышачскому

$$H = 93 \cdot T^{0,38},$$

по Хоминскому

$$H = 51 \cdot T^{0,51}.$$

Эти уравнения дают достаточно близкие совпадения с наблюдаемыми величинами нарастания, что можно бы подтвердить приведением вычисленных средне-квадратных отклонений.

Присматриваясь к таблице высот моховой толщи и корректируя ее результатами вычислений по приведенным уравнениям, А. Дубах приходит к средним выводам по наблюдениям в Белоруссии, в круглых числах:

За 20 лет нарастает толщина мха в 22 см
" 50 " " " " 40 "
" 100 " " " " 50 "

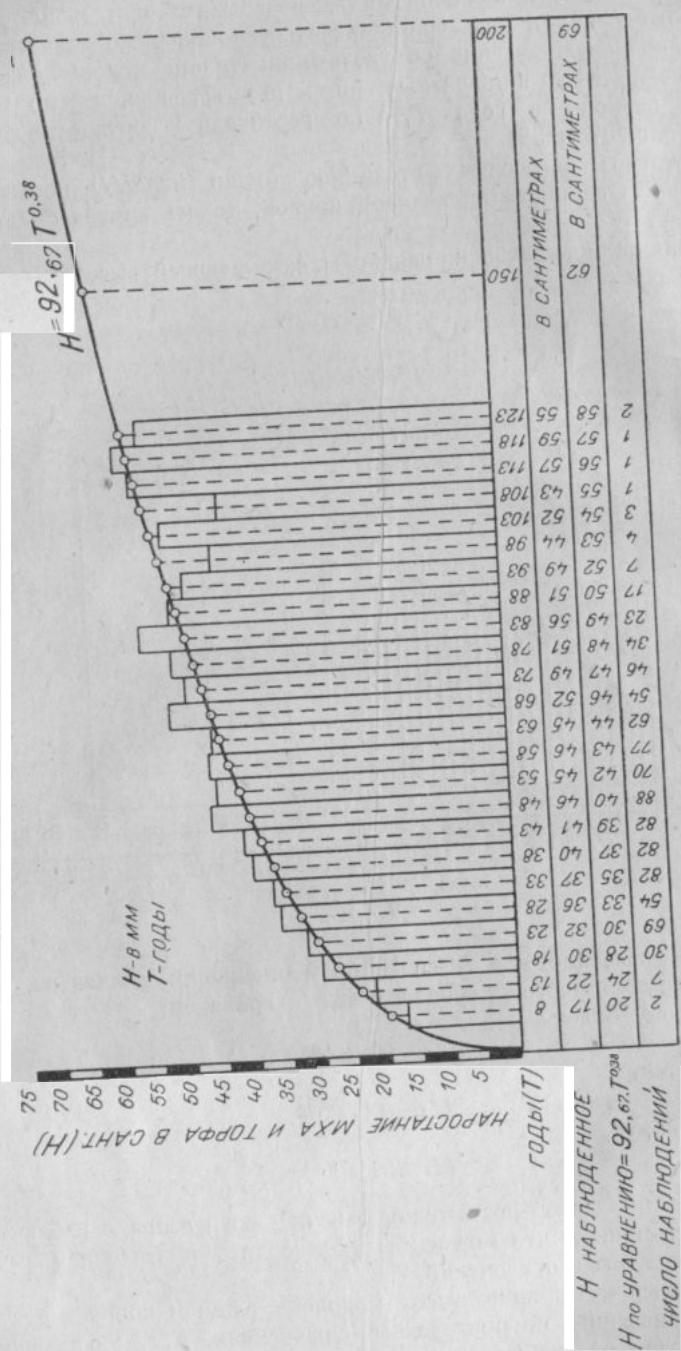


Рис. 38.

Теоретически, экстраполируя по уравнениям, можно вычислить нарастание мха и за больший период времени.

Уравнение для Горецкого болота дает экстраполяцией:

За 300 лет	около 100 см	толщи мха
" 500 "	" 150 "	" "
" 1000 "	" 225 "	" "

Уравнение по Пышачскому болоту дает:

За 300 лет	80 см	толщи мха
" 500 "	98 "	" "
" 1000 "	127 "	" "

Следовательно, в среднем по обоим болотам два метра толщи мха и торфа нарастают за одну тысячу лет.

По этому же методу взятия сосен с болота произведено много наблюдений и другими лицами, хотя и не в таком массовом размере. По данным М. Юрьева в бывш. Псковской губ. за 40 лет нарастает 460—612 мм мха, в Новгородской за то же время—364 мм, на Лахтинском болоте под Ленинградом—496 мм, на Шуваловском болоте там же—388 мм, на Кольском полуострове близ ст. Имандра за 35 лет—150 мм, а за 100 лет—260 мм.

В Финляндии по наблюдениям Боргреве за 30 лет нарастает 300 мм.

Для бывш. Восточной Германии Вебер указывает нарастание за 10 лет в 200—250 мм (на Аугстумальском болоте, в дельте р. Мемеля).

Пятый прием. Определение нарастания болот в высоту основывается на находках в торфяном грунте.

На Лейбахском* болоте в Австрии была произведена раскопка части идущей через болото дороги, покрытой местами слоем торфа в 1,2 м толщины. На этой дороге была найдена римская монета чеканки 41-го года нашей эры. Если предположить, что дорогой не пользовались в течение 1800 лет, в каковой промежуток времени образовался слой торфа в 1,2 м толщины, то средний годовой прирост торфяной массы будет 0,7 мм. Это число показывает, насколько незначителен в общем прирост торфяной массы, если принимать во внимание лишь образующийся торф, а не верхнюю живую или недавно отмершую растительность.

По сообщению П. Пиотровского** в Проскудино-Алексинском бору Покровского лесничества бывш. Владимирской губ. в торфянике мощностью 5,7 м найдено 5 ярусов сосновых пней в возрасте от 150 до 200 лет, разделенных прослойками торфа, толщиной каждый не менее 0,36 м; поэтому можно заключить, что проскудинский торфяник никак не моложе 1000 лет, т. е. средний годовой прирост его не более 5 мм.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТОРФА

Сырая масса торфа состоит из воды и сухого вещества; сухое вещество складывается из органической и минеральной, или зольной, частей. Зольная часть состоит из калия, извести, окиси железа, азота, фосфорной, серной, кремневой кислот и др. нерастворимых веществ. Насколько различен хими-

* Weber, Ueber die Vegetation und Entstehung des Hochmoors von Augstmal, 1902.

** „Практика осушения болот открытыми канавами“, 1913 г.

Виды торфа	Органического вещества	Чистой золы	Калия	Извести	Окиси железа и глинозема	Фосфорной кислоты	Серной кислоты	Кремнев. кислоты и нерастворимых веществ	Азота
Тростниковый торф									
Неразложившийся	85,35	14,65	0,244	0,945	4,173	0,167	1,188	7,511	1,86
Мало разложившийся	88,20	11,80	0,053	3,021	1,104	0,169	1,980	5,229	2,29
Сильно разложившийся	89,54	10,46	0,035	4,998	0,490	0,176	1,329	3,162	3,07
Совершенно разложивш.	87,15	12,85	0,262	0,455	2,573	0,092	0,789	8,497	1,88
Осоковый торф									
Неразложившийся	96,16	3,84	0,061	1,774	0,424	0,063	0,761	0,594	2,19
Мало разложившийся	96,03	3,97	0,048	0,507	1,405	0,071	0,284	1,565	1,63
Сильно разложившийся	96,49	3,51	0,042	1,522	0,999	0,059	0,468	0,296	2,10
Совершенно разложивш.	94,32	5,63	0,035	2,538	1,470	0,049	0,287	1,092	1,32
Гипновый торф									
Неразложившийся	92,39	7,61	0,128	3,001	0,370	0,077	2,254	1,462	2,06
Мало разложившийся	94,27	5,73	0,088	0,432	1,780	0,089	0,426	2,739	2,25
Сильно разложившийся	96,63	3,32	0,058	1,145	1,292	0,053	0,426	0,268	2,08
Ольховый торф									
Неразложившийся	98,40	1,60	0,055	0,543	0,347	0,046	0,320	0,208	1,37
Березовый торф									
Мало разложившийся	97,82	2,18	0,052	0,537	0,438	0,051	0,490	0,509	1,60
Сильно разложившийся	96,56	3,44	0,033	0,394	1,763	0,145	0,284	0,685	2,29
Торф из шейхцерии									
Мало разложившийся	96,20	3,80	0,048	0,241	0,766	0,319	0,110	2,195	2,62
С небольшим количеством волокон	97,76	2,24	0,146	0,330	0,722	0,255	0,148	0,494	2,15
Торф из пушицы									
Мало разложившийся	99,41	0,59	0,057	0,116	0,162	0,027	0,124	0,058	0,85
С небольшим количеством волокон	99,47	0,53	0,038	0,089	0,134	0,044	0,078	0,141	1,26
Сфагновый торф									
Неразложившийся	98,07	1,93	0,119	0,238	0,275	0,066	0,150	0,946	0,89
Мало разложившийся	99,36	0,64	0,062	0,120	0,070	0,055	0,088	0,186	0,79
Сильно разложившийся	96,79	3,21	0,052	1,789	0,357	0,058	0,305	0,491	1,35
Совершенно разложивш.	96,08	3,92	0,104	0,089	0,443	0,043	0,111	3,047	0,88
Вересковый торф									
Из <i>Calluna</i> и <i>Vaccinium</i>	89,99	10,01	0,128	0,290	1,425	0,220	0,182	7,650	2,28
Из <i>Erica tetralix</i> и <i>Calluna</i>	93,09	6,91	0,081	0,220	0,728	0,137	0,258	5,153	—

ческий состав сухого вещества различных видов торфа, видно из таблицы, составленной на основании исследований Цейлера и Вилька и приведенной в руководстве по культуре болот Берша* (табл. на стр. 36).

Кроме того наблюдения Гулли (E. Gully)** показали, что одни и те же сфагновые мхи обнаруживают большие различия в химическом составе в зависимости от места произрастания.

Для суждения о пригодности болота под культуры важно знать содержание в нем четырех главных питательных для растений веществ: азота, калия, извести и фосфорной кислоты. Среднее содержание этих веществ в главнейших видах германского торфа по Флейшеру таково:

	С мохового болота в процентах	С травяного болота в процентах
Азота	1,00	2,5
Калия	0,04	0,1
Извести	0,25	4,0
Фосфорной кислоты	0,07	0,2

Анализы торфа восточнее границ Германии показывают иной состав. Так, анализы торфов бывш. Виленской губ., произведенные в 1914 г. С. Линда***, дали результат в процентах:

Виды торфа	Число анализов	Золы	Азота N	Фосфора P ₂ O ₅	Извести CaO	Калия K ₂ O	Кремнез. SiO ₂	Железа и алюминия Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃
Тростниковый торф	5	8,42	1,45	0,19	0,10	0,22	4,21	2,42
Осоковый	7	13,03	2,06	0,48	2,01	0,20	4,18	5,00
Ольшаниковый	3	11,49	1,48	0,40	2,44	0,81	4,41	3,41
Пушицевый	4	8,33	1,21	0,22	0,40	0,14	5,83	1,41
Сфагновый	8	5,37	1,08	0,20	0,64	0,16	2,47	1,88

Анализы торфов южной части Белоруссии, произведенные Ганжей лаборатории Минской болотной опытной станции****:

Травноосоковый	10	16,57	3,14	0,24	2,65	0,04	0,21	2,50
Сфагновый	8	6,76	1,32	0,26	0,67	0,06	0,14	0,61

Принимая вес сухого вещества 1 м³ свежего травноосокового торфа равным 250 кг, а сфагнового — 90 кг, вычислим, что в 1 м³ травяного орфа больше, чем в том же объеме мохового торфа:

* Извлечено из Берш, Руководство по культуре болот. Перевод с немецкого, 1914 г.

** Mitteilungen der Kön. Bauer. Moorkulturanstalt, 1913.

*** „Материалы по обследованию торфяников Виленской губ.“, 1915 г.

**** Журнал „Болотоведение“, 1915 г.

	По Южной Белоруссии	По бывш. Виленской губернии
Азота в	6,0 раза	5,3 раза
Фосфорной кислоты в	2,7 "	6,7 "
Калия в	1,9 "	3,5 "
Извести в	11,1 "	8,8 "

Хотя вышеприведенные анализы торфов дали результаты, сильно отличающиеся от германских данных, но общее положение конечно подтверждается; торф травяной оказывается раз в пять богаче питательными для растений веществами, чем торф моховой. Поэтому и осушение с последующей культурой должно производиться в первую очередь на травяных низинных болотах.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ БОЛОТ

Отдельной рубрики болот в издаваемых статистических материалах по земельным переписям не имеется; в этих материалах имеется графа „неудобные земли“, в состав которых входят болота, сыпучие пески, овраги, водные поверхности, голые камни. Нельзя следовательно всю площадь, показываемую неудобной, принимать за болота даже в болотном Мозырском округе, так как там есть и пески.

Но, с другой стороны, в статистических справочниках под „сенокосом“ разумеются и сенокосы на болоте, а под „лесом“ разумеется и лес пятого бонитета на моховом болоте, т. е. то, что по фитосоциологической номенклатуре называется *Pinetum sphagnosum*.

Наиболее точное представление о площадях болот дает топографическая карта Генерального штаба масштаба 3 версты в дюйме, где лес на болоте показан именно лесом на болоте, и сенокосы на болоте показаны также болотами. Обведение планиметром площадей, показанных на трехверстной карте болотами, было бы лучшей статистической работой по установлению площадей болот.

Такая весьма кропотливая работа, осуществленная в 1926 г. для территории Белоруссии, выяснила, что площадь показанная на карте болотами, лесом на болоте и моховиками занимает в Белоруссии 2 663 020 га, что составляет 21,6% от всей площади республики.

Такая же работа была исполнена по бывш. Московской, Рязанской, Калужской и Тульской губ., причем площадь болот в гектарах оказалась*:

Г у б е р н и и	По трех-верстной карте	По двух-верстной карте	По данным ЦСУ на 1917 г.
Московская	—	193 539	332 539
Рязанская	338 587	—	171 600
Калужская	50 903	—	54 861
Тульская	1 427	—	—

* К а л а б у г и н А., Статья в „Опытно-мелиоративном вестнике“, т. I, вып. 2, 1928 г.

Приведенная таблица указывает, что никакого совпадения в площадях болот по разным источникам не получилось.

Опыт собирания материала по площадям, нуждающимся в осушительной и в оросительной мелиорации, произведен Институтом сельскохозяйственных мелиораций в Москве. С этой целью были использованы материалы с мест в виде ежегодных отчетов, операционных и перспективных планов за ряд лет, а также данные анкетного обследования, произведенного институтом в 1925 г.*.

В части болот результаты, по бывшим губерниям 1925 г., оказались следующими:

Г у б е р н и и	Заболо-чен. леса га	Мохо-вые болота га	Травя-ные болота га	Всего болотных земель	
				в га	в процент.
Архангельская	1 029 314	5 146 573	363 691	6 539 578	18
Сев.-Двинская	35 839	604 882	194 768	835 489	8
Вологодская	3 435 559	816 999	436 000	4 688 558	42
Область Коми	1 875	88 428		90 297	0,2
Ленинградская	774 328	207 718	104 436	1 086 482	18
Череповецкая	327 000	679 070	708 500	1 714 570	27
Псковская	275 561	723 271	584 471	1 583 303	31
Новгородская	627 914	579 636	181 607	1 389 157	26
Смоленская	250 000	163 500	218 000	631 500	11
Брянская			130 800	130 800	4
Тверская		383 315	375 555	758 870	12
Ярославская	136 142	275 334		411 476	12
Ив.-Вознесенская	121 811	41 276		163 087	4
Костромская	89 380	49 050	143 880	282 310	8
Московская	76 300	149 900	119 246	345 446	7
Владимирская	100 000	148 000	142 000	390 000	13
Нижегородская	126 131	172 223		298 354	3
Калужская	35 000	7 399	52 677	95 076	4
Тульская		87	9 265	9 352	0,3
Рязанская	76 300	127 530	117 175	321 005	7
Вятская	545 000	249 898	246 052	1 040 995	9
Вотская область	68 670	3 735	10 876	84 281	2
Марийская область		103 365		103 365	4
Урал		7 630 000		7 630 000	4
Орловская		4 360	38 150	64 310	2
Тамбовская	21 800	2 730	6 869	8 599	0,9
Курская		27 500	77 591	105 091	2
Воронежская		5 450		5 450	0,08
Пензенская		26 807		26 807	0,5
Самарская		19 900		19 900	0,1
Саратовская		6 000		6 000	0,06
Сталинградская		40 984		40 984	0,4
Сев.-Кавказски край	1 212	43 600		44 812	0,1

Приведенная таблица имеет видимые недочеты, например по бывш. Воронежской губ. болот показано всего 5 450 га, а между тем в этой губернии производится осушение значительных по площади травяных болот по реке Черной Калитве, по реке Тихой Сосне; имеются большие болота и по другим рекам губернии.

В бывш. Тверской губернии совершенно не показано заболоченных лесных земель.

* Е р е м е е в а А., статья в журнале „Материалы по опытно-мелиоративному делу“, т. II, 1928 г. Таблица приводится в извлечении и с дополнительными подсчетами.

ГЛАВА ВТОРАЯ

ЦЕЛИ И ПРИЕМЫ ОСУШЕНИЯ

Конечной целью хозяйственного земельного улучшения является получение экономической выгоды от него путем создания лучших условий обработки почвы, роста растений и сбора урожая на соответствующем участке земли. На земельной территории, охватываемой сельскохозяйственной деятельностью человека могут быть отличаемы обычно три различные в отношении интенсивности хозяйственного пользования категории угодий: на низшей ступени будут такие угодия, на которые не прилагается со стороны человека никакого труда для их обработки и эксплуатации и которые в то же время не приносят хозяйству никаких продуктов; сюда относятся те земли, которые принято называть „неудобными“, т. е. болота, пески, каменистые почвы и крутые склоны оврагов в первоначальном своем виде. Среднюю ступень составляют такие угодия, которые приносят человеку те или иные продукты, растущие на них только в силу наличности естественных природных условий, без предварительной затраты труда со стороны человека на создание этих условий; к этой категории угодий относятся естественные луга, выгоны и в большинстве случаев у нас — лес. Наконец, третью группу составляют угодия, приносящие человеку продукты при предварительном приложении труда с его стороны на создание или улучшение существующих условий произрастания растений; это будут посевные и улучшенные сенокосы, поля, огороды, посевной лес, сады и прочие интенсивные культуры.

Все три группы угодий могут страдать от избытка влаги и потому нуждаться в осушении. При общей естественной цели осушения — уменьшение содержания влаги в почве — каждое осушение имеет и свое специальное экономическое значение, состоящее в том, что обычно с устройством осушения угодие из низшей группы переходит в высшую, т. е. например болото, не дающее в естественном состоянии никаких продуктов, осушается с целью обращения его под лес, луг или пастбище с таким пользованием, которое не требует предварительной затраты труда на дальнейшую обработку и посев. Естественный луг, т. е. угодие второй группы, осушается уже в целях создания посевного луга или пашни, и, наконец, угодие третьей группы осушается для возможности перехода от менее интенсивной к более интенсивной обработке участка или для перехода к другой, более интенсивной культуре на нем, например с пашни на огород.

Одно лишь осушение, без последующего изменения приемов сельскохозяйственной эксплуатации земельной площади, обычно бывает экономически нерациональным, т. е. не окупается денежно. Так например, осушение луга без дальнейшей культуры его или осушение пахотного участка без последующего перехода к лучшей обработке его или к посеву другого, более ценного растения на нем может оказаться невыгодным, так как представляет неполное использование мелиорации.

Экономический результат осушительных работ может получиться, в свою очередь, только как результат устранения тех вредных физико-естественных факторов, которые имели место на земельном участке вследствие избыточного содержания влаги в почве, так как избыток влаги в почве влечет за собой ряд неблагоприятных явлений:

1) вода, занимая промежутки между частицами почвы, затрудняет доступ воздуха в почву, что не только замедляет и останавливает химические и биологические процессы перехода содержащихся в почве неусвояемых растительных веществ в формы усвояемые, но и вызывает явление обратное, переход содержащихся в почве готовых питательных для растений веществ в вещества неусвояемые и даже вредные (закисные соединения) для растений;

2) из почвы, более богатой влагой, больше ее и испаряется, а, как указано уже, при испарении воды поглощается значительное количество тепла из остающейся воды, прилегающих слоев воздуха и из самой почвы. Низкая же температура почвы влечет за собою ряд неблагоприятных для хозяйства последствий: а) процессы перехода неусвояемых для растений веществ в почве в усвояемые формы замедляются; б) прорастание семян растений происходит значительно медленнее; в) дальнейший рост культурного растения идет также медленно, что увеличивает опасность зарастания пахотного участка менее требовательными сорными травами; г) при ночном понижении весной общей температуры воздуха ниже нуля и температура воздуха у поверхности почвы опускается ниже этого предела, вследствие чего молодое растение гибнет от заморозка;

3) весенняя обработка полей может быть начата на низменных сырых местах только значительно позднее нормального времени и кроме того сопряжена со значительными трудностями, а обработка мокрых лугов, не говоря о болотах, оказывается вовсе невозможной;

4) качество сена на лугах и корма на пастбищах не может быть хорошим на сырых местах, так как здесь преобладают грубые травы из семейства осоковых; засеянный злаками и другими кормовыми растениями сырой искусственный луг вновь покрывается дикими травами в более короткое время;

5) некоторые из культурных растений вовсе не мирятся с избытком влаги в почве, и потому культура их на этого рода почвах исключается;

6) значительные пространства почв вследствие избытка влаги обращаются в болота, недоступные не только для какой-либо культуры, но и для прохода и проезда;

7) районы с обширными заболоченными пространствами для человека не только нездоровы из-за влажности воздуха и туманов, но бывают и губельны вследствие развития опасных болезней (малярия и разные другие местные болезни);

8) наконец, неканализованные болота, высыхая в засушливые годы путем испарения не менее, чем канализованные болота, но будучи в то же время менее плотными, чем последние, легче воспламеняются в эти годы с поверхности и быстрее пропускают пламя вглубь; на канализованном болоте, помимо большей плотности мха и торфа, осушительные каналы являются естественной преградой для распространения огня.

В зависимости от причины заболачивания и рельефа поверхности, а также от самой цели мелиорации, на данной местности для осушения ее или для

прекращения роста заболочивания применяется один из нижеследующих приемов осушительных работ:

1) преграждение доступа как верховой, так и грунтовой воды на участке извне окопкою его по периферии так называемыми нагорными канавами, которые отводят попадающую в них воду в ближайшую реку, магистральный канал и т. п.;

2) отвод преимущественно верховой воды с участка редкою сетью открытых каналов-каналов, выводимых в речку;

3) отвод преимущественно грунтовой воды с участка густою сетью канав или подземных дрен (дрены фашинные, торфяные, каменные, деревянные, гончарные трубы);

4) регулирование реки, состоящее в спрямлении и углублении ее с уничтожением всех искусственных заграждений: мельничных плотин, узких отверстий мостов, прочистка русла от завалов, заграждений для рыбной ловли и пр.;

5) ограждение затопляемого речною (озерною и морскою) водой участка дамбою с выпуском воды с него самотеком во время низкого стояния горизонта воды в реке или с искусственным перекачиванием ее в реку;

6) абсолютное повышение поверхности земли участка кольматажем (осаждением взмученных частиц земли или воды, коей затопляется участок), навозкою земли со стороны или насыпкою широких параллельных гряд-полос землею, вынимаемую на том же участке при рытье канав между грядами;

7) бурение подпочвы до водопроницаемого слоя, который мог бы принять в себя через пробуренное отверстие воду с поверхности (голландский способ), причем может быть устроено или одно хорошо обделанное отверстие, к которому подводятся воды канавами, или масса отверстий малого диаметра;

8) посадка растений, сильно испаряющих воду, например подсолнечника и эвкалипта;

9) выкачивание насосами грунтовой воды на земную поверхность из водосборных колодцев.

В обычных условиях сельского хозяйства в СССР находят применение пока только четыре первые типа работ, каждый в отдельности и все вместе взятые; так например, при устройстве подземного дренажа всегда необходимы и открытые каналы в роли приемников воды, и иногда оказывается нужным понижение уровня воды в реке, прилегающей к дренированному участку. Осушение открытыми каналами-канавами и осушение подземными каналами-дренами суть два наиболее распространенных вида осушения и могут применяться один вместо другого на том же участке; поэтому вопрос о недостатках и преимуществах осушения канавами и дренами ставится обычно на первом месте, причем указывается ряд недостатков и неудобств осушения канавами:

1) открытые каналы занимают некоторую площадь земли, пропадающую в смысле сельскохозяйственного использования ее;

2) сообщение по участку, прорезанному канавами, и обработка его значительно затрудняются несмотря даже на устройство переездов, требующих притом особых затрат;

3) для поддержания канав в исправности требуется частый ремонт их как вследствие сползания откосов их, так и зарастания dna и стенок растениями;

4) откосы и берега канав являются рассадниками сорных трав, которые быстро переходят на поля и развиваются здесь в ущерб культивируемым растениям;

5) при морозах дренающее действие канав иногда совершенно прекращается, а между тем в это время (зимой и ранней весной) оно наиболее необходимо.

В силу указанных недостатков многими авторами признается, что осушение канавами есть прием устарелый, вообще нерациональный, и потому его следует избегать, применяя лишь подземные дренажи; исходя из этого, в руководствах по сельскохозяйственным мелиорациям изложению осушения открытыми каналами уделяется обычно весьма мало внимания. Однако это распространенное мнение о нерациональности осушения канавами неправильно как вообще, так и в частности по отношению к экстенсивным условиям хозяйства в нашем Союзе.

Неправильно вообще потому, что устройство открытых каналов необходимо и иногда незаменимо подземным дренажем в местах:

1) где нужен быстрый отвод большого количества поверхностной воды, собирающейся от дождей и таяния снегов не только на данном участке, но и притекающей со стороны;

2) где поверхность земли имеет уклон недостаточно большой для движения воды по подземным трубам (уклон подземных линий должен быть не менее 0,002, уклон dna канав — 0,0002);

3) где нет приемников для дренажной воды — рек, оврагов и т. п., в коих горизонт меженной воды стоял бы достаточно низко от поверхности земли (1,2—1,6 м);

4) где наряду с осушением необходим при засухе и искусственный подъем воды для орошения; при осушении канавами это достигается простым шлюзованием их; при осушении подземными дренами это возможно только путем устройства сложных приспособлений, и притом с опасностью засорения дрен;

5) где по условиям экономическим (условия сбыта, наличность капитала и пр.) и физическим (свойства почвы и пр.) возможна только экстенсивная форма хозяйства и потому лишь малые затраты на мелиорацию и где необходима легкость наблюдения и простота ремонта.

Общее игнорирование приемов осушения открытыми канавами неправильно и в частности, так как все перечисленные ранее недостатки и неудобства, проистекающие от проведения канав, имеют место только в условиях интенсивного хозяйства, в условиях же экстенсивного хозяйства указанные отрицательные стороны открытых канав совершенно ступшеваются, а некоторые обращаются даже в положительные, так как:

1) при осушении значительных торфяных водных болот в целях обращения их в естественные сенокосы осушительные каналы проводятся обычно на таком расстоянии (см. далее о расстоянии между осушительными канавами) друг от друга, что потеря площади, притом весьма малочленной, совершенно ничтожна; даже при интенсивном осушении болот под культуру с расстоянием между канавами до 50 м потеря площади при ширине канав поверху 2 м составляет всего 4%;

2) вынимаемая из канав земля может служить для устройства вдоль канав, на некотором расстоянии от них, полевых дорог, вследствие чего проведение открытых канав не затруднит, а, напротив, облегчит сообщение по болоту; устройство моста через обычную канаву обходится не дороже 100—150 руб.;

3) при периодическом ремонте канав через каждые 4 года стоимость не более 35 руб. на километр протяжения, осушительная сеть будет вечна; притом всякое засорение канавы в отдельных местах легко устранимо, подземный же дренаж, редко требуя частичных ремонтов, приходит через некоторое время (20—30 лет, а в условиях неблагоприятных и при фашинном дренаже и гораздо скорее) в совершенное расстройство и требует переделки заново;

4) на торфяных болотах дренирующее действие канав часто не прекращается всю зиму*; вода в канаву просачивается через дно и нижнюю часть откосов их, которые обычно не замерзают, так как во-первых защищены снегом, наполняющим канавы доверху, а во-вторых непрерывный ток просачивающейся грунтовой воды содержит достаточно в себе тепла, чтобы предохранить дно канавы в торфяном болоте от замерзания;

5) в случае торфяного пожара открытые осушительные канавы являются готовыми преградами против распространения огня, что очень важно именно в культурном хозяйстве.

Из изложенного ясно, что в условиях хозяйства северной половины и частью западной нашего Союза, где насущнейшей мелиорацией является осушение болот в целях обращения их в кормовые угодья, устройство открытых осушительных каналов на них является приемом мелиорации и экономически, и технически рациональным, а во многих случаях даже единственно возможным.

Однако конечной гидротехнической задачей мелиорации болот является не только осушение их, но и создание возможности в засушливое время задерживать сток воды с болота и даже приводить воду из реки или водохранилища. Поэтому целью мелиорации является создание на земельной территории таких технических устройств, помощью которых можно бы регулировать водный режим территории, т. е. отводить избыток влаги и пополнять в нужное время недостаток ее.

* По наблюдениям Раменской гидрометрической станции в Московском округе и др.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ИЗЫСКАНИЯ

При намечении обширных осушительных работ, прежде чем приступить к подробным инструментальным исследованиям, необходимо ознакомиться более или менее детально с общим характером района и лишь в зависимости от данных этого обследования наметить инструментальные изыскания.

Такое предварительное общее обследование крайне важно, так как бывают случаи, что данные этих обследований выясняют нецелесообразность намечений и таким образом предохраняют от напрасных затрат времени и труда. Например общие обследования могут указать, что водоприемник (речка, озеро и пр.) находится в таком состоянии, что на его урегулирование, понижение уровня, расчистку и пр. придется затратить такие крупные средства, которые ложатся слишком большими расходами, экономически невыгодными, на площадь намеченной мелиорации. Или же, что очень часто бывает, встречаются юридические осложнения: при общих обследованиях выясняется иногда, что для надлежащего проведения мелиорации необходимо распространить осушительную сеть и на земли соседних землевладельцев, участие которых в работе еще не оформлено. В таких случаях изыскания и ограничиваются этими, давшими отрицательные результаты, общими предварительными обследованиями.

Эти предварительные обследования однако необходимы не только при намечении обширных, захватывающих большие территории, но в большинстве случаев и при намечении отдельных, сравнительно небольших по площади мелиораций.

И здесь необходимо выяснение положения и состояния водоприемника, установление влияния осушительных работ на соседние земли и пр.

Таким образом мелиоративные изыскания подразделяются на общие и специальные.

ОБЩИЕ ИЗЫСКАНИЯ

Задачи общих изысканий и исследований в заболоченных районах состоят в выяснении пригодности болотных площадей для использования их в сельском и лесном хозяйствах. Эти изыскания и исследования, состоящие в изучении района в отношениях топографическом, климатическом, гидрологическом, почвенно-ботаническом и экономическом производятся с такой подробностью, чтобы можно было: 1) составить карты и дополнить существующие в масштабах 1:50 000 до 1:150 000 и 2) сделать общие соображения (рабочую гипотезу) о тех или иных возможных в районе мелиорациях.

В настоящее время одной из главнейших задач при этом рекогносцировочном и частью инструментальном исследовании является выяснение возможности создания на заболоченных пространствах коллективных хозяйств и крупных совхозов.

Раз произведенное всестороннее общее исследование района должно быть положено в основу всех следующих затем в течение многих лет частных изысканий для осушения отдельных болот, принимая конечно во внимание лишь изменение общеэкономических условий этого района; поэтому такое общее изыскание, если оно предпринято, требует тщательности, продолжительности и слагается из следующих работ:

1) рекогносцировочного осмотра района с имеющимися в продаже картами Главного штаба в масштабе 2 и 3 версты в дюйме в целях уяснения общего характера района, определения направления будущих ходовых линий, отыскания местоположения существующих и назначения мест новых основных реперов и установления рабочей программы дальнейших изысканий;

2) изучения метеорологических элементов (атмосферные осадки, температура, испарение, влажность района) путем собирания записей существующих в районе метеорологических станций*, а также устройства новых станций и дождемерных постов, если в изучаемом районе никаких метеорологических наблюдений не имеется;

3) выяснения гидрологических элементов: высших меженных и низших горизонтов воды в реках и озерах района помощью устройства временных водомерных постов на них через определенное расстояние друг от друга (5—10 км) и определения расходов воды на них при различных горизонтах;

4) топографического исследования района общей нивелировкой по намеченным ходовым линиям с установкой примерно через каждые 5 км прочных реперов и взятием высот: а) горизонтов воды в пересекаемых ходовыми линиями реках, ручьях и озерах; б) следов намоин от высших горизонтов воды на деревьях, мостовых сваях, береговых обрывах и т. п. местах; в) уровней воды в колодцах; г) мостовых настилов и других частей.

Нивелировка должна производиться замкнутыми полигонами, причем невязка по линиям, по которым выставляются основные реперы, подлежащие опубликованию, должна быть в метрах не более:

$$\Delta = 0,006 \cdot \sqrt{L} + 0,0006 \cdot L,$$

где L — число пройденных километров; Δ — невязка в метрах.

Для нивелировок линий второстепенных величина допускаемой невязки не должна превосходить

$$\Delta = 0,01 \cdot \sqrt{L} + 0,001 \cdot L.$$

Например при длине сторон замкнутого полигона в 9 км допускаемая невязка при общих изысканиях вычисляется так:

$$\Delta = 0,01 \cdot \sqrt{9} + 0,001 \cdot 9 = 0,039 \text{ м.}$$

Во многих случаях производится также прецизионная нивелировка (высокой точности). Цель этой нивелировки — установление реперов — опорных пунктов для привязки к ним геометрической нивелировки. Желательно производить точную нивелировку на реках с мало заметным уклоном. Инструменты для прецизионного нивелирования имеют увеличения трубы в

* Сведения о метеорологических станциях и о данных наблюдений на них печатаются в „Ежемесячных метеорологических бюллетенях“ Главной физической обсерватории и в „Годовых сводках“.

30—35 раз; цена деления уровня 150—200 мм; точность отсчитывания по рейке в 1 мм; средняя ошибка на километр 2—2,5 мм;

5) геологического исследования района устройством специальных буровых скважин и изучением пород, извлеченных ранее из существующих в районе скважин, и по существующим обнажениям;

6) изучения почвы и растительности района, состоящего из: а) выяснения видов и сообществ встречающейся растительности в лесах, на полях, лугах и болотах района; б) собирания гербария; в) взятия образцов почвы и анализа их;

7) собирания общих экономическо-статистических данных для суждения по ним и по имеющимся печатным материалам о своевременности, потребности и выгоды осушительных работ в районе; при этом необходимо выяснить: а) род существующей эксплуатации заболоченных мест и прочих угодий района и, если таковые имеются, осушенных болот; б) доходность всякого рода угодий; в) места сбыта добываемых продуктов;

8) выяснения границ землепользований.

Для некоторых местностей имеются в настоящее время подробно составленные карты Высшего геодезического управления в масштабах 1:500 000, 1:150 000, 1:50 000 (соответствующие 10, 3 и 1-верстным масштабам) и 1:25 000. На картах имеются горизонталы с сечениями в 20, 10 и 5 м. К картам приложены описания. Карты эти, в особенности более крупного масштаба, настолько подробны, что по ним можно намечать общие соображения о тех или иных мелиорациях. К сожалению, однако съемки Высшего геодезического управления захватили пока лишь небольшую часть нашего заболоченного района.

Следует рекомендовать пользоваться этими картами при общих изысканиях.

По многим из приведенных выше категорий работ общих изысканий и исследований разработаны и изданы программы и инструкции. Приводим здесь некоторые из них.

Материалы Технического комитета НКЗ РСФСР: вып. XII — Инструкция по производству изысканий и составлению проектов в целях осушения, сост. Р. П. Спарро; вып. XXI — Инструкция для производства экономических обследований, сост. Н. С. Фролов; вып. XXVIII — Инструкция для гидро-метрических работ, сост. Е. Н. Белкова.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ

Специальные изыскания для осушения болот производятся в районах, как ранее исследованных общими изысканиями по указанной выше схеме, так и в районах, где таковых исследований не производилось. В обоих случаях для работ по осушению требуется составление технического проекта со сметой, для чего необходимо производство на месте детальных изысканий помощью специальных инструментов. Из природы болот явствует, что при осушении болот моховых площадь водосбора иногда совпадает с площадью болота, при осушении низинных болот нивелировку при тщательном составлении проекта осушения следует по возможности продолжить за пределы болота до водоразделов, с которых вода стекает в болото.

Для составления проекта сети канав необходимо прежде всего выяснить направление уклона поверхности земли, подлежащей осушению. При незначительных заболоченных пространствах, расположенных в долинах или

котловинах с определенным выходом или даже началом русла протока, направление уклона поверхности определяется без всяких инструментальных работ; на ровных же, не ограниченных холмами заболоченных пространствах, особенно покрытых зарослями растений, а тем более лесом, или же расположенных на водоразделах, как например моховые болота, часто на значительной площади незаметно ни русла речки, ни движения воды. Определение уклонов на-глаз в этих случаях совершенно невозможно; на чистом месте падение в 2 м на 1 000 м (уклон 0,002), считающееся при проектировании каналов значительным, заметить можно только опытным глазом; если же пространство покрыто зарослью выше роста человека, то и такого уклона глазом поймать не удастся. По сообщению инженера Рудинского* падение менее 0,7 м на 1 000 м не улавливается в степи даже опытными туземцами в Туркестане. Глаз дает столь сбивчивые впечатления, что человек, встав в долине на мосту через незначительный ручей с весьма большим уклоном, не может иногда сказать, куда этот ручей течет, не взглядевшись внимательно в движение воды; нередко очертания берегов долины бывают таковы, что кажется, что ручей бежит в гору.

Кроме того при составлении обоснованного проекта недостаточно знать только направление уклона поверхности, необходимо знать и величину этого уклона; при слишком большом уклоне (о величине сказано будет далее) магистральные каналы во избежание размывов иногда следует вести не по линии наибольшего склона, а под острым углом к горизонталям, или устраивать на них перепады и т. п.; при малом уклоне осушка без устройства особых сооружений может оказаться столь несовершенной, что лучше вовсе от нее отказаться. Поэтому при проектировании целой сети каналов, как это обычно имеет место на больших болотах, необходимо иметь ясное представление не только о главном направлении стока, которых может быть притом несколько, но и о всех второстепенных, т. е. необходимо знать точно рельеф местности. Далее, при проектировании линий каналов имеет значение не только рельеф поверхности, но и мощность торфяного слоя, о чем будет указано далее; и, наконец, для определения размеров каналов необходимо знать количество воды, которое будет по ним проходить.

Из изложенного ясно, что при составлении проекта необходимо кроме представления о цели самого осушения иметь данные о величинах и направлениях уклонов, о характере грунта, в частности о мощности торфяного слоя, об остатках в этом слое (корни бывших деревьев), о слое, подстилающем торф, о растительности, о притоке воды с прилегающих земель и характере того приемника, в который предполагается пустить воду с осушаемой площади, иначе говоря — необходимо произвести подробный осмотр места, геодезическую съемку, если нет плана, нивелировку поверхности и зондировку грунта. Кроме того необходимо собрать данные, указывающие на экономическую рациональность предполагаемых работ.

ОСМОТР МЕСТА

Осмотр места выясняет прежде всего местонахождение и род приемника для главной отводной каналы. Весьма часто при работах обычного масштаба, т. е. на земле одного землепользователя, будь то меллиоративное товарищество, колхоз, совхоз или лесхоз, приемник главной каналы —

* „Курс ирригации“, изд. 1912 г.

река — находится вне границ данного землепользования; это обстоятельство осложняет проведение работ, так как требует согласованного участия всех затрагиваемых землепользователей или распоряжения административного органа.

Осмотр места выясняет далее наличие или отсутствие русел протоков на заболоченном пространстве и возможность или невозможность воспользоваться ими при проведении канав; во многих случаях на болотах имеются следы прежних канав или зачатки русел протоков воды, особенно на травяных болотах; обычно или прямо по ним, или рядом, пересекая извилины их, приходится намечать и новые осушительные каналы; во всяком случае зачатки русел значительно облегчают выбор места прохождения магистральных канав. Однако необходимо помнить, что на болоте с мощным торфом видимое русло протока в торфяном грунте иногда значительно перемещено относительно прежнего русла в минеральном грунте. Между тем прорытие магистрали по спрямлению прежнего русла является технически обычно более целесообразным, чем прорытие ее по линии русла, образовавшегося после напластования торфа.

Невозможность произвести осушение без применения дорогих технических работ или без уничтожения существующих сооружений часто также выясняется уже при первом осмотре местности; водяные мельницы давая дешевую энергию для мукомолен и других мелких сельских технических производств, в то же время подтопляют обычно значительные площади сенокосов, обращая их в болота; рытье канав на таком затопленном лугу, понятно, совершенно бесполезно; надо или понизить порог водосливов мельницы, или, что еще дело будущего, ограждать эти луга дамбами. Добиться добровольного понижения порога водослива мельницы обычно бывает невозможно и потому от работы приходится на время, до благоприятного окончания судебного дела, отказываться.

Предварительный осмотр выясняет затем условия дальнейших инструментальных изысканий; пространство, чистое от зарослей, не покрытое кочками и верховой водой, представляет наиболее благоприятные условия работы; место, покрытое кочками, работа на нем затрудняется; работа в лесу при изыскании гораздо больших физических усилий при ходьбе; лес на болоте бывает обычно редок, и удаление (рубка или спиливание) отдельных деревьев идет довольно быстро; худшие условия создает кустарник, особенно густой ивняк (лоза), трудно поддающийся топору при массе гибких ветвей на единице площади; в этих условиях в рабочий день проходит пикетажем всего около полуктора километра.

Причины заболачивания также часто выясняются уже при общем осмотре места; замечаются: значительный приток воды со стороны при отсутствии оформленного русла потока, выход у склона горы грунтовых вод, медленно стекающих затем к середине долины, выделяя часто минеральные соединения (ржавчину), загрязняющие траву, подпор плотину, железнодорожным или другого рода мостом, устройство по ручью заграждений в целях рыбной ловли (язы, язи) в виде плетней, перед которыми набрасываются еще для большей непроницаемости кочки и пр., устройство переездов и переходов через русла наваливанием в них хвороста, навоза, сена, заполнение русла наносами, вынесенными из оврагов, впадающих в речную долину.

Общий осмотр значительно облегчается предварительным изучением местности сначала по карте, а затем по планам. Для этой цели служат

4 Дубах А. и Спарро Р. Осушение болот.

топографические карты Генерального штаба, составленные в масштабе 3 версты в дюйме — для южных, центральных, западных и северо-западных районов Европейской части СССР*.

На этих картах, продающихся отдельными листами, нанесены все селения, дороги, самые незначительные речки, отмечены условными знаками леса, кустарники, возвышенности и болота; одно уже внимательное рассмотрение такой карты, особенно масштаба 2 версты в дюйме, выясняет, если дело идет об осушении значительной площади, направление стока воды и род приемника для магистральной канавы.

Однако для северных и восточных районов Европейской части СССР существуют карты только в масштабе 10 верст в дюйме, по которым уже ориентироваться на болоте невозможно.

СЪЕМКА И ПИКЕТАЖ

Способы и подробности съемки заболоченных пространств зависят: 1) от размеров площадей, подлежащих съемке, 2) от наличия достаточно подробных карт и планов, 3) от цели изысканий и исследований.

При крупных осушительных работах нельзя ограничиться использованием существующих карт и производством лишь нивелирной сети. Здесь является необходимой также и точная горизонтальная съемка, в некоторых случаях даже с установкой опорных пунктов посредством триангуляции IV и V классов. В таком виде произведены например изыскания на части громадного болотного массива величиной в 300 000 га в Рязанском, Владимирском и Московском округах. Для установления точных высотных опорных пунктов производится прецизионная нивелировка. Так например при изысканиях на р. Дубне в Московском округе (где заболоченная площадь в 40 000 га) вдоль рек установлены репера прецизионной нивелировкой. Горизонтальную съемку на таких крупных массивах желательно производить мензулой с кипрегелем или же теодолитом. В последнее время в отдельных случаях начали производить аэрофотосъемку, где время полевых работ сокращается до минимума, и лишь обработка материалов требует много времени.

Если имеются достаточно подробные карты и планы, которые не вызывают сомнений в их точности, то возможно ограничиться их некоторой на месте проверкой и затем разбить на месте нивелировочную сеть и произвести высотную съемку. Если предположено произвести на болотах лишь экстенсивное осушение, то съемка производится менее подробно, т. е. профили нивелировки могут отстоять один от другого на расстоянии 200—400 м. При интенсивном способе осушения и при малых площадях болот профили налагаются в расстоянии 100 м один от другого и даже менее.

Остановимся здесь подробнее на обычных приемах съемок на болотах.

За общим осмотром заболоченного пространства следует разбивка ходовых линий для нивелировочной съемки болота.

Вдоль болота, приблизительно посредине его, где предполагается магистральная канава, прокладывается главная ходовая линия, начиная сверху или снизу болота. В начальной точке забивается пикетный кол по возможности прочнее и большего диаметра, с затескою для надписи. В курсах геодезии

* В настоящее время Высшим геодезическим управлением издаются карты в метрических мерах, в масштабах 1:500 000, 1:150 000, 1:50 000 и 1:25 000.

указывается при изложении отдела о нивелировке забивка на каждом пикете двух кольев: одного, называемого точкой, вровень с землей для установки на нем рейки, другого, называемого сторожком, рядом с первым, верхушкой выше поверхности земли для надписи номера (рис. 39). При нивелировании чаще принято забивать на пикете один кол с зарубкой, на которую устанавливается рейка. Кол должен быть забит настолько, чтобы зарубка приходилась на уровне почвы ниже мохового покрова (рис. 40); в топких местах кол забивается так, чтобы подошва ноги, опирающаяся одной половиной на зарубку кола, другой половиной ощущала бы под собой сопротивление торфяной массы. На кочковатом болоте пикеты забиваются вровень с поверхностью болота между кочками.

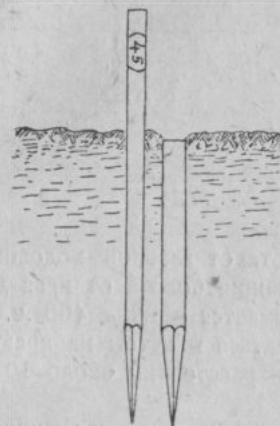


Рис. 39.

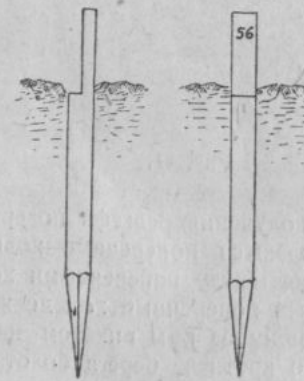


Рис. 40.

Верхняя часть пикета (выше зарубки) должна быть настолько длинна, чтобы кол не затерялся между травой и кочками; обычно для этого достаточно длина в 0,5 м; длина нижней части зависит всецело от грунта: для песчаного, глинистого грунта достаточно длина около 0,3 м, для плотного торфяного — 0,7 м, для зыбкого грунта длина делается 1,5 м и более таким образом, чтобы кол возможно менее колебался вместе с поверхностью болота. Диаметр кола около 6—8 см. При работах Западной экспедиции по осушению болот пикеты приготавливались иногда в виде свай длиной до 3 м, диаметром 13—18 см. Заготавливаются колья обычно на месте работы из растущих здесь же на болоте берез, сосенок и ольхи, так как подвозка их по топкому болоту невозможна, а подтаскивание слишком тяжело. Рабочие принаравливаются сначала вытесывать на дереве зарубку и верхнюю часть для надписи, а затем уже срубать дерево, а не наоборот, так как срубленное дерево на зыбком болоте обдывать труднее, чем на корню.

От начального нулевого пикета, поставив на нем вешку, по выбранному направлению промеряется 100 или 200 м, где ставятся пикет № 1 и вторая вешка; для лучшей видимости на вешки насаживаются горсти мха. Затем идут по продолжению двух первых точек, ставя пикеты и далее через 100 или 200 м (рис. 41).

При исследованиях малых болот, площадью до 200 га, при нивелировке в долине реки, при исследовании больших болот под торфоразработку или под детальное осушение, а также при нивелировке по минеральному грунту

расстояние между пикетами берется в 100 м; при изысканиях же на крупных болотных массивах в целях последующего поверхностного осушения их расстояние между пикетами делается в 200 м. Направление ходовой линии намечается или ранее по имеющемуся плану, или берется на-глаз так, чтобы оно проходило по середине болота.

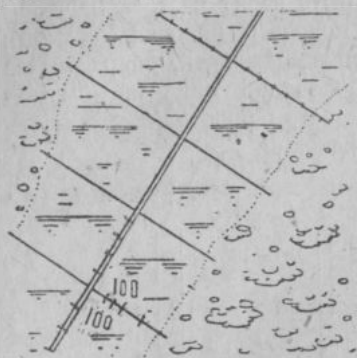


Рис. 41.

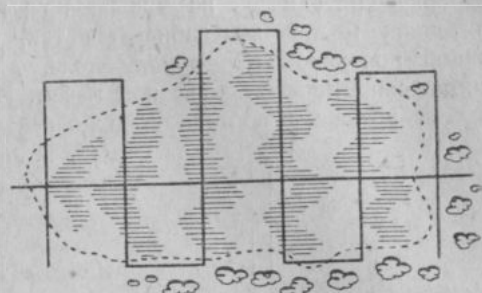


Рис. 42.

Для получения рельефа поверхности болота от главной ходовой линии прокладываются поперечные ходы, пересекающие болота от края до края; расстояние между поперечными ходами принимается в 200—400 м. Каждый поперечный ход должен заканчиваться пикетом на краю болота и следующим за ним пикетом на суходоле в расстоянии около 10—20 м, смотря по крутизне берега болота.

Чтобы избежать двойной нивелировки по одним и тем же линиям, возможно прокладывая замкнутые ходы нивелирования по схеме рис. 42.

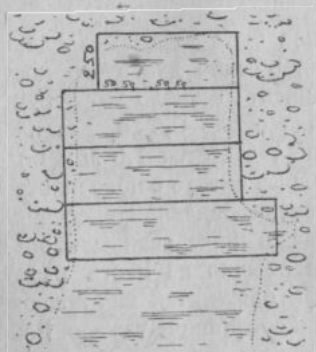


Рис. 43.

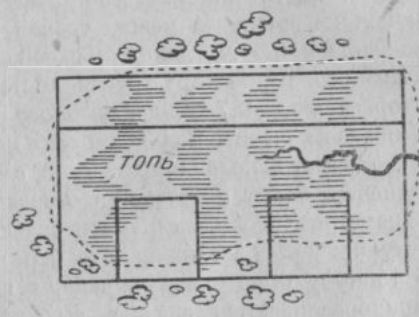


Рис. 44.

На трудно проходимом болоте, когда человек погружается выше колен, ходовую линию приходится вести не по середине болота, а по краям его, переходя в этом случае болото только поперечными ходами, как указано на рис. 43.

На непроходимом болоте середина его остается при летних изысканиях не исследованной; ходы нивелирования располагаются в этом случае по схеме рис. 44.

Непроходимые болота должны быть промерены в зимнее время.

Для измерения линий служит обыкновенно двадцатиметровая землемерная стальная лента, реже употребляется цепь. Цепь должна быть составлена из возможно более легких звеньев, и притом соединенных между собой промежуточными кольцами (рис. 45). Первое условие облегчает работу измерения, а второе предохраняет звенья от сгибания при складывании и разборке цепи; далее в цепи должно быть возможно менее выступающих частей, как-то: крупных блях с указанием м, крупных колец в соединениях, так как на болоте они задевают за пенки вырубленного кустарника, за срубленные деревья и т. п., на них набирается трава, мох и сучья, — все это делает работу измерения ею труднее и медленнее; тащить такую цепь по болоту под силу только взрослому рабочему. В настоящее время цепь почти совсем не применяется.

Стальная лента имеет значительное преимущество перед прежнею цепью в том, что благодаря малому весу и гладкой поверхности, она, ни за что не задевая, легко скользит по поверхности болота, и измерение ею могут без труда производить подростки. Недостаток же лент заключается в их ломкости; на крутых поворотах и после стоянок, когда лента спутывается, а затем неосторожно натягивается, она оказывается часто скрученной, и в середине ее образуются петли, на которых при порывистом натяжении происходит легкий разрыв ленты. Починка же разорванной ленты труднее починки разорванной цепи, в которой она может быть сделана всегда на месте работ веревкой или проволокой. Широкие ленты подвергаются поломке реже узких.

Для починки лент на месте работ необходимо иметь с собой особые щипцы, пробивающие в ленте отверстия по ее краям, в которые вставляются заклепки, закрепляемые этими же щипцами.

Направление всех линий определяют гониометром, отсчитывая румбы их и внутренние углы.

Пикеты подписываются цветным или черным карандашом, если тотчас же после общих изысканий будет намечаться и сеть каналов, или краской (голландская сажа, сурик и др.), если надписи должны сохраниться до следующего года.

При описанной разбивке ходовых линий необходимо рабочих: для меры линий цепью или стальной лентой 2, для забивки кольев 1, для очистки линий от зарослей, смотря по густоте, 1—3, а всего следовательно не менее 4 человек.



Рис. 45.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ ТОРФА И РОДА ГРУНТА

Одновременно с описанными измерениями может производиться и измерение толщины торфяного слоя у каждого пикета помощью металлического зонда. Простейший зонд для быстрого определения глубины торфа состоит из навинчивающихся одна на другую сплошных штанг, длиной 1 м каждая, диаметра около 12 мм. На штанге нанесены деления, наконечник имеет незначительное расширение с полостью, которая захватывает при поворачивании зонда частицы грунта (рис. 46). Такой зонд свободно проходит торфяной слой и несколько входит в подстилающую породу — песок, глину; о подстилающей породе и свойствах торфа возможно судить при работе этим зондом лишь приблизительно, так как образцов их не захватывается. Для работы им и переноски нужен один рабочий.

Кроме описанного простейшего зонда предложен и употребляется ряд более сложных типов, отличающихся преимущественно конструкцией наконечника. Имеют распространение следующие типы:

Бур-зонд Сытина, изображенный на рис. 47 и употребляемый при исследовании не только глубины, но и качества торфяных залежей. Наконечник его представляет собою расширенный в верхней части и заостренный книзу пустотелый конус. При опускании наконечника вниз он остается пустым, при поднимании он захватывает массу торфа с той глубины, откуда началось его поднимание. Для лучшего захватывания торфа возможно верхнее отверстие конуса снабдить спиральным придатком, который при поворачивании зонда в торфе срезает образец торфа на глубине своего положения. Длина наконечника около 19 см, диаметр 38 мм. Наконечник навертывается на штанги, соединенные между собой круглыми или прямоугольными муфтами. Недостатками зонда Сытина являются: 1) трудность захвата верхнего слоя подпочвы, что необходимо при проектировании осушения, 2) нарушение естественного строения образца торфа, 3) возможность при извлечении зонда захватывания торфа из верхних слоев болота.

Хозяйственный бур Войслава (рис. 48) снабжен для захватывания образца торфа полым цилиндром-ложкой с продольным прорезом, через который забирается в цилиндр образец торфа при поворачивании бура. Цилиндр снабжается винтовым или лопастным придатком, втягивающим бур вглубь при поворачивании его. Штанги соединены помощью круглых муфт. При удачной конструкции цилиндра им можно извлекать из глубины образцы плотного торфа с сохранением естественного строения их. Образцы же жидкого торфа этим буром извлечь не удастся.

Для тщательного взятия образцов торфа с разных глубин употребляется бур Гиллера (рис. 49), имеющий наконечник в виде цилиндра большего диаметра, чем штанги, и вмещающий торфа объемом до одного



Рис. 46.

Рис. 47.

литра*. Цилиндр закрывается посредством небольшой подвижной дверки, снабженной выступающей планкой. При вращении прибора вправо (при введении бура) планка упирается в слой торфа, и цилиндр остается закрытым. При вращении влево — подвижная дверка открывается, и торфяная масса наполняет находящуюся в цилиндре полость. Вращением вправо

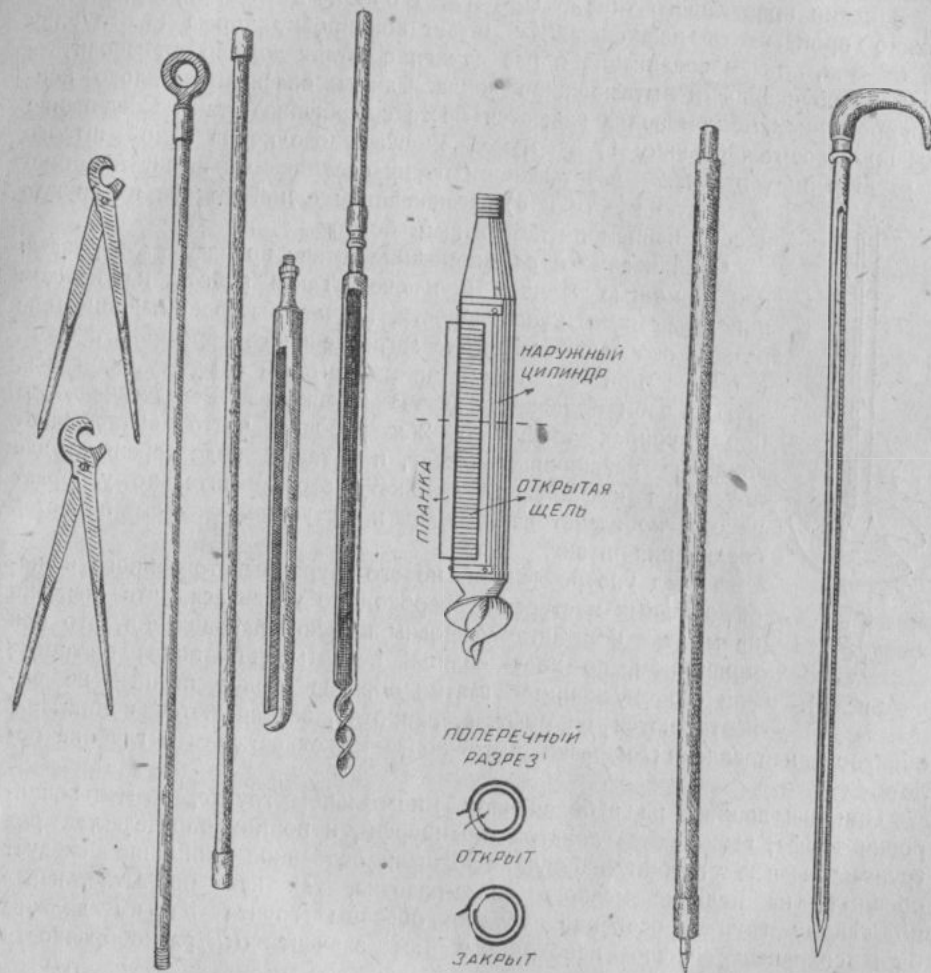


Рис. 48.

Рис. 49.

Рис. 50.

цилиндр снова закрывается, и образец может быть поднят таким образом на поверхность без опасности смешать его с торфом верхних слоев. Наконечник прикрепляется к штанге и штанги друг к другу насаживанием верхней штанги на нижнюю и закреплением винтом, проходящим сквозь две штанги в местах их соединения. Для определения глубины мелких болот

* Описание бура извлечено из книги Берша, Руководство по культуре болота.

можно пользоваться буром-тростью, в продольном направлении которого проходит желобок. Трость проталкивают до подпочвы и затем поворачивают ее вправо. Вынув трость, проводят по желобку куском дерева или лезвием ножа, причем вынимается профиль пройденных буром слоев (рис. 50). Применяются также штанги длиной до 2 м, снабженные упомянутым желобком.

Зондами простейшего типа, Сытина, Войслава и Гиллера, возможно производить навинчиванием штанг зондировку торфа на глубину до 6—8 м, причем соединение и разъединение штанг должно производиться по мере опускания и вытаскивания зонда. Самым опасным и плохо конструированным местом зонда являются места соединения штанг. Соединение это производится обычно: 1) ввертыванием суженного конца одной штанги в расширение другой, 2) ввертыванием обеих соединяемых штанг в промежуточную муфту и 3) насаживанием одной штанги на другую и соединением их поперечным болтом.

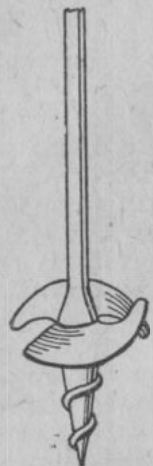


Рис. 51.

Свинчивание и развинчивание штанг производятся руками или помощью клещей и ключей. Такая работа на каждом пикете, помимо кропотливости, влечет быстрое изнашивание резьбы, особенно вследствие загрязнения ее торфом и песком, а также при вставлении иногда штанги в муфту наискось, при каком-либо положении резьба искажается. Вследствие этого при глубинах торфа до 2 м рабочие часто вытаскивают зонд, не развинчивая штанг, и в таком виде переносят для опускания к следующему пикету; это значительно ускоряет работу, но влечет изгиб зонда и частую поломку его в местах соединения штанг.

Перед употреблением нового бура, изготовленного в специальных мастерских, необходимо убедиться, что нарезки на муфтах и штангах устроены в таком направлении, что при привычном, по ходу солнца, поворачивании зонда в торфу, при его опускании и взятии образца торфа штанги не вывертываются из муфт, а, напротив, закрепляются в них; при обратном направлении нарезки часть зонда может остаться в глубине болота.

При изысканиях на заболоченном минеральном грунте, взамен зондировки торфа, вырываются лопатой ямы-шурфы, и по ним определяется род грунта на всю глубину будущих канав; особое внимание следует обращать на наличие мелкого песка-плавуна, так как прорытие канав по такому грунту особенно трудно; образцы грунта из ям должны быть сохранены; число необходимых ям зависит от разнообразности грунта.

Для выяснения степени необходимости осушения минерального грунта, а также желательности и торфяного, должны быть вырыты лопатой или пробурованы тарелочным буром (рис. 51) временные колодцы-скважины для наблюдения над *уровнем грунтовых вод* по линиям, перпендикулярным к оси болота. Измерения стояния грунтовой воды ведутся систематически, через пять и менее дней в течение всего времени мелиоративных изысканий. Самое измерение производится метровой линейкой от пикета, установленного вровень с поверхностью земли. Линии грунтовых колодцев должны быть по возможности увязаны с репером водомерного поста (см. далее).

НИВЕЛИРОВАНИЕ

Нивелир — основной инструмент гидротехника, и как ни проста и однообразна работа им, однако только после нескольких месяцев непрерывной работы человек имеет право сказать, что он может верно нивелировать. Замкнутые полигоны на топких болотах далеко не всегда увязываются и у опытных нивелировщиков; происходит это чаще по одной из двух причин: от ошибки при отсчете по рейке или от небрежности рабочих, держащих рейку; вместо установки на зарубку или вершину кола рабочий ставит например при одном отсчете рейку на поверхность болота, а при другом отсчете на зарубку кола, умалчивая о допущенной неправильности.

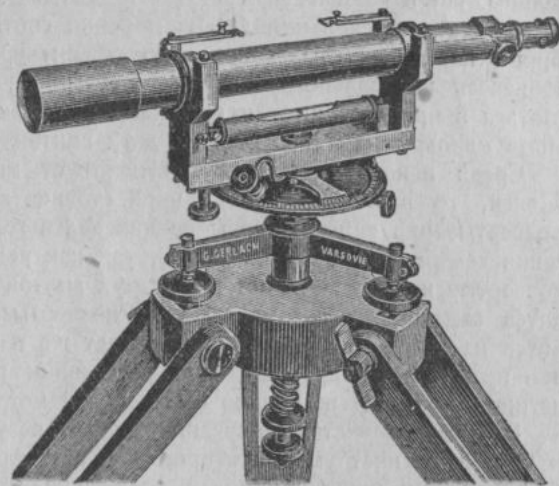
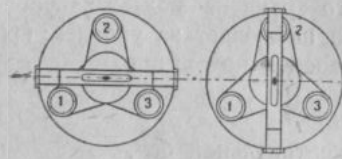


Рис. 52.

Наиболее распространенными нивелирами для работ на болоте являются нивелиры с перекладными трубами (нивелир системы Эго (рис. 52), с дальномерными нитями и с треногами высотой не менее 1,8 м. Привернутые к ножкам деревянные уступы для надавливания на них ногой при установке, треноги лучше отвернуть, так как при них треногу, глубоко всаженную в торфяную массу, трудно вытаскивать. При работе нивелир устанавливается приблизительно или точно посередине между пикетами, обязательно двумя винтами по ходовой линии; ножки треноги вдавливаются в торфяную массу рукою. При узкой расстановке ножек их можно глубже загнать в грунт, следовательно нивелир будет стоять прочнее, но в этом случае точки опоры его будут ближе к нивелировщику, и его движения на зыбкой поверхности болота легче воспринимаются треногой; при широкой расстановке ножек они менее загоняются в грунт, но концы их дальше от нивелировщика и потому менее чувствительны к его передвижению у нивелира; последний прием предпочтительнее. Загнав ножки штатива так, чтобы крестовина, их



а Рис. 53. б

соединяющая, приняла на-глаз горизонтальное положение, закрепляют зажимные винты, соединяющие ноги с крестовиной штатива, ставят трубу по линии хода и устанавливают подъемными винтами 1 и 2, стоящими по ходовой линии, пузырек уровня нивелира на середину (рис. 53а), поворачивают трубу перпендикулярно к линии хода и вновь устанавливают пузырек (рис. 53б), вращая третий винт, поворачивают трубу снова по ходу и т. д. до тех пор, пока пузырек уровня будет оставаться на середине при всяком положении трубы. Установив нивелир, делают отсчет не сходя с места; нагибаясь к трубе, нивелировщик все же надавливает одною ногою на поверхность болота

более чем другой; пузырек на зыбком грунте сходит в этом случае с середины; одновременно вращая оба винта по линии хода нивелирования, приводят его на середину, оставаясь в наклонном положении, в котором производится отсчет; сделав отсчет на заднюю рейку, поворачивают нивелир вокруг вертикальной оси на 180° и направляют на переднюю; в это время нивелировщик, наклонясь для отсчета с другого конца, оставаясь на том же месте, переступает однако на другую ногу, и пузырек снова сходит с середины. Ни в коем случае нельзя отсчитывать, когда пузырек стоит не на середине (зная, скольким делениям рейки соответствует при данном расстоянии отклонение пузырька на одно деление уровня, можно отсчитывать, не добиваясь центрального положения пузырька, но при этом очень легко сбиться в прибавлении или вычитании поправки); установку же производить опять одновременным вращением двух винтов.

Среди некоторых техников существует мнение, что раз нивелир установлен, то все отсчеты на данной стоянке должны быть произведены без

трубу с обоймиц и несет ее в руках до следующей стоянки; рабочий вытаскивает поочередно ножки штатива из грунта и следует с инструментом за нивелировщиком; передний реечник остается на том же пикете, повертывая только рейку лицом вперед, задний реечник идет вперед, становясь через пикет, например со второго на четвертый, т. е. делается передним; этим уничтожаются погрешности от неправильности реек. Двойная установка инструмента при нивелирах с перекидными трубами не является необходимой.

Из многих указываемых в специальных курсах геодезии *поверок* правильности нивелира остановимся здесь лишь на трех поверках, часто производимых при нивелировочных работах на болотах.

1) Ось горизонтального уровня должна быть перпендикулярна к вертикальной оси вращения инструмента.

Поверка этого требования у нивелира системы Эго и других систем с уровнем, прикрепленным к инструменту независимо от зрительной трубы, весьма проста. Приведя инструмент в горизонтальное положение и поставив уровень по направлению одного из подъемных винтов, точно устанавливают пузырек уровня подъемным винтом инструмента на середину трубки. Повернув после этого верхнюю часть инструмента вокруг вертикальной оси на 180° (на половину круга), наблюдают положение пузырька уровня. Если пузырек ушел с середины уровня, то это означает, что ось уровня не перпендикулярна с осью вращения инструмента. Тогда имеющимся в ящике ключом повертывают исправительный винт уровня настолько, чтобы пузырек занял положение, среднее между замеченным отклонением его и серединою уровня. Так как при повертывании весьма легко нарушается первоначальное положение инструмента, то необходимо поверку проделать еще раз, т. е., приведя снова подъемным винтом инструмента пузырек уровня на середину, вращают инструмент снова на 180° и наблюдают положение пузырька и т. д. до тех пор, пока пузырек при повертывании инструмента не будет отклоняться от середины уровня.

2) Точка пересечения срединных нитей в зрительной трубе должна находиться действительно в середине трубы, т. е. ось визирная (направление по которому производится отсчет) должна совпадать с геометрической осью трубы. Установив правильно инструмент, наводим точку пересечения нитей на какой-либо предмет, закрепляем винтами положение инструмента и карандашом замечаем (второе лицо) на этом предмете место пересечения нитей; повертываем трубу в лагерах (вокруг горизонтальной оси) на 180° и вновь смотрим на предмет. Если середина пересечения нитей не сошла с нанесенной карандашом точки, значит оси совпадают. В противном случае мелкими винтиками в окулярном конце трубы (обращенном к глазу) перемещают кольцо с нитями на половинное расстояние между точкою на предмете и пересечением нитей. Затем поверка производится вторично и т. д. до тех пор, пока никакого расхождения точек замечаться не будет.

3) Ось трубы должна быть перпендикулярна к вертикальной оси вращения инструмента (или иначе ось трубы должна быть параллельна оси уровня). Установив правильно инструмент и наведя трубу на рейку, производят отсчет по ней; затем перекидывают трубу в лагерах и производят второй отсчет. Если оба отсчета одинаковы, — значит ось трубы перпендикулярна оси вращения инструмента. Если получилась разница в отсчетах, то половина этой разницы уничтожается вращением винта в лагерах подставке. После этого повторяется поверка.

Указанные три поверки необходимо производить после каждого переезда на новое место работ, так как от сотрясения при переездах винты нивелира легко выходят из первоначального своего положения.

С 1912 г. вошли в употребление при исследовании болот нивелиры Цейсса. Из фотографических снимков видно, насколько компактнее этот нивелир сравнительно с нивелиром системы Эго (рис. 52 и 54). Еще большая разница между объемом ящика для нивелира системы Эго (фирмы Герляха в Варшаве), равным $0,0256 \text{ м}^3$, и объемом ящика для нивелира Цейсса (большого размера) — $0,0072 \text{ м}^3$; разница в объеме в $3\frac{1}{2}$ раза весьма существенна при частых перевозках инструмента, и в этом отношении нивелир Цейсса имеет большое преимущество; кроме того этот нивелир при навыке быстрее устанавливается, дает работающему возможность помощью системы зеркальных призм наблюдать ~~за~~ правильностью положения пузырька уровня и исправлять винтом его отклонения, не изменяя своего положения, принятого для отсчета на рейке. К преимуществам же нивелира системы Эго необходимо отнести большую дальность зрения, простоту устройства, дающую возможность всякому технику исправлять положение уровня, трубы, сетки нитей и прочих частей, наличие лимба с делениями, дающая возможность определять углы между линиями.

Разбивка пикетажа и нивелирование ходовых линий производится при изысканиях обычно одновременно; при проложении же линии каналов обе работы производить одновременно удобно только на значительных и ровных площадях, когда каналы могут проходить по прямым линиям на большом протяжении; на болотах же узких, расположенных в долинах или покрытых сухими островами, чаще сначала разбивается пикетаж, а затем уже производится нивелировка.

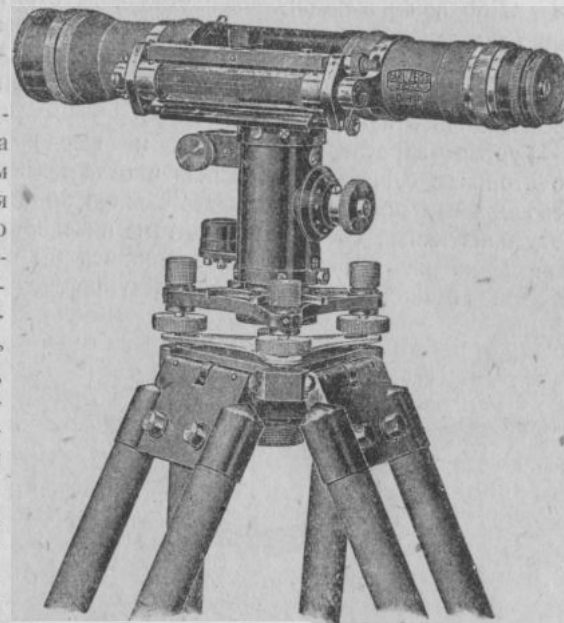


Рис. 54.

ИЗМЕРЕНИЕ МАЛЫХ РУЧЬЕВ И СТАРЫХ КАНАВ

Находящиеся на исследуемой площади речки и старые канавы должны быть точно измерены; вдоль них промеряется ходовая линия с расстоянием между пикетами не более 100 м , а лучше в $40-50 \text{ м}$; пикеты должны забиваться не на валу возле канавы, а по возможности на материковом грунте таким образом, чтобы поверхность пикета совпадала с поверхностью грунта. На каждом пикете измеряется глубина канавы или ручья, ширина по верху и по дну; ширина по верху измеряется нивелирной рейкой или рулеткой; измерение ширины по дну производится в то время, когда рейка

положена поперек канавы или ручья (рис. 55). Если канава наполнена водой, то определение ширины по дну производится помощью двух вспомогательных легких реек, которые опускаются с каждой стороны канавы по откосу ее до дна; нащупав дно канавы, ставят рейки вертикально и промеряют расстояние между ними, что и соответствует ширине канавы по дну. Глубина канав определяется нивелировкой: разность отсчетов по рейкам, установленным на пикете и на дне, дает точную глубину канавы; не следует при этом надавливать рейку, так как она без того несколько уходит в топкое дно и следовательно дает увеличенное показание глубины. Промеры существующего русла следует производить чаще, если оно резко меняет свои размеры. При постановке рейки на дно русла следует отсчитывать по ней и глубину воды; если вода стоит выше поверхности болота, то отсчеты глубины ее следует производить на каждом пикете (в записях необходимо указывать день, в который производилось измерение).

Густые заросли кустарника и жердняка по сторонам существующих канав иногда делают невозможным прохождение нивелировкой по болоту близ канав, со взятием притом нивелиром положения дна и берегов их; пришлось бы от каждой стоянки (А) нивелира (рис. 56 а) прочищать

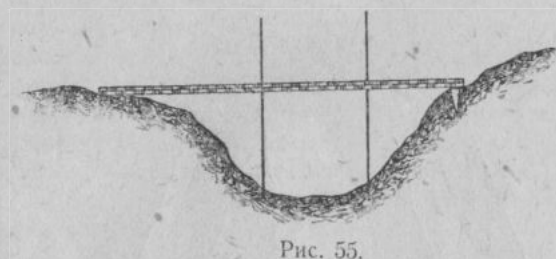


Рис. 55.

три линии взглядов: на задний пикет (В) и передний пикет (С) ходовой линии и на пикет на берегу канавы (D), от которого затем производится промер глубины и ширины канавы. Чтобы избавиться от такой прочистки, возможно отступить от канавы метров на 20, где заросли реже, и брать точку (D) на берегу канавы против стоянки (А) нивелира. От нивелира (А) до края канавы (D) придется расчистить лишь 20 м, а не 50, как в первом случае, притом же по линии AD можно будет занивелировать верх кавальеров по обеим сторонам канавы, берега и дно канавы, что невозможно при первом способе; стоянку (А) нивелира можно выбирать там, где заросли к канаве пореже (рис. 56б).

Возможно провести линию нивелирования не отступая дальше от канавы, а по самому краю канавы, где заросли могут быть реже; в этом случае поверхность болота за кавальером берется также не против пикета (С) линии хода, а против стоянки нивелира (А).

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕК И ОЗЕР

Исследование рек. В состав работ по осушению крупных болотных массивов всегда входит регулирование реки, в которую вводятся магистральные каналы.

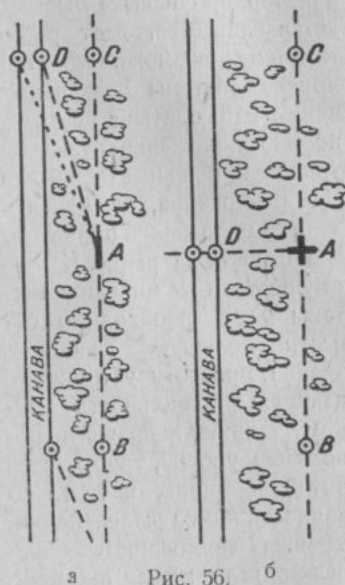


Рис. 56. б

При изысканиях на реках с целью их регулирования и устройства водоприемников необходимо обращать внимание на состояние рек и их поймы. Крайнее разнообразие типов пойм и расположения по ним водотоков вызывает необходимость определения в каждом отдельном случае характера тех или иных изысканий и исследований. Рекогносцировочный осмотр должен установить характер поймы и реки и дать материал для составления программы изысканий и исследований. В заболоченном районе встречаются следующие случаи:

1) Река имеет одно русло, достаточно оформленное и глубокое для принятия добавочного с площади осушения количества воды.

2) Река имеет одно оформленное русло, но переполненное водою и потому требующее расчистки или регулирования.

3) В заболоченной пойме вовсе не имеется ясно очерченных берегов реки или имеется несколько разбросанных русел, переполненных водою.

В последнем случае положение водоприемника намечается изысканиями по заболоченной пойме, причем используются для него части имеющегося русла с подходящими сечениями или же канал проводится по целине. На заболоченной пойме изыскания производятся в описанном выше порядке, причем эти изыскания продолжают до того места вниз по реке, где она принимает определенные формы, указанные в первом случае.

Река может проходить или по самому болоту, или на некотором расстоянии от него, вниз по течению; в первом случае является необходимым исследовать реку на всем протяжении ее в пределах болота и ниже до тех мест, где уже не возникает сомнений в способности естественного русла реки свободно пропустить всю выпускаемую в нее с болота воду; во втором случае реку исследуют инструментально от места предполагаемого впуска в нее магистрального канала и ниже, как в первом случае.

Когда река-водоприемник течет в высоких берегах, имеет значительный уклон и величину водосборной площади, во много раз превышающую водосборную площадь предполагаемой осушительной сети, иногда бывает достаточно рекогносцировочного осмотра, чтобы убедиться в том, что спуск воды из канала в реку не вызовет никаких нежелательных изменений в режиме реки, т. е. не повысит заметным образом уровня реки, не вызовет ни затоплений, ни заторов, а также не повлияет на увеличение отложений наносов. В таких случаях достаточно бывает пронивелировать реку от устья канала вниз лишь на небольшом протяжении, чтобы убедиться и показать цифрами, что вода реки не будет подпирать воду осушительного канала; кроме того при этом нужно выяснить высоту уровня весеннего разлива реки.

Гораздо чаще в наших топографических условиях бывают случаи, где река течет в уровень с берегами, и даже долина ее заболочена.

В таких случаях выше места предполагаемого введения магистрали реку следует осмотреть рекогносцировочно, чтобы ознакомиться с состоянием берегов и дна ее в отношении опасности размыва их, сноса вниз по течению их отложений ниже впадения намечаемой магистрали. Исследователю необходимо помнить, что достаточность размеров естественного русла реки для пропуска воды должна быть показана в цифрах, т. е. промерами, а не передачей лишь своего глазомерного впечатления.

Мелиоративные исследования по рекам слагаются из: 1) плановой съемки русла реки и ее долины, 2) нивелировки берегов и дна реки и уровня воды в ней, 3) промеров поперечных сечений русла, 4) гидрометрических

работ, 5) геологических исследований, 6) определения величины и характера водосборной площади, 7) подготовки и возможного разрешения юридических и финансовых вопросов, возникающих в связи с предполагаемыми по реке мелиоративными работами.

Плановая съемка русла и долины может производиться, смотря по надобности и по величине протяжения, приемами различной точности. Наиболее совершенной съемкой речных долин является триангуляционная тригонометрическая съемка, техника которой излагается в курсах геодезии. Сущность ее состоит в том, что по снимаемой территории намечается постановкою вех сеть треугольников (рис. 57); измерив с возможною точностью длину AB одной из сторон (базис) начального треугольника, измеряют затем теодолитом углы всех намеченных треугольников. По одной измеренной стороне и по углам можно тригонометрически вычислить длину сторон всех остальных треугольников сети, исходя из положения, что стороны треугольников относятся друг к другу как синусы противолежащих углов:

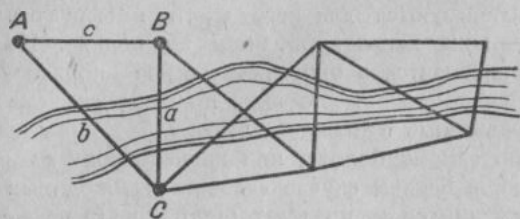


Рис. 57.

$$\frac{a}{c} = \frac{\sin A}{\sin C},$$

откуда

$$a = c \cdot \frac{\sin A}{\sin C}.$$

Затем вся сеть треугольников наносится на план. Ситуацию внутри каждого из треугольников с очертаниями берегов реки снимают после того мензулой.

Таким образом триангуляционная съемка складывается из: 1) выбора удобных пунктов для вершин треугольников с установкой на них угловых вех, 2) измерения базиса основного и последующих, 3) измерения углов треугольников помощью теодолита, 4) вычисления сторон, увязки сети, вычисления координат вершин треугольников, 5) накладки точек на мензульные планшеты, 6) после этого производится мензульная съемка внутри каждого из треугольников.

При мелиоративных изысканиях по большим рекам чаще ограничиваются геометрической мензульной съемкой с кипрегелем, не прибегая к предварительной триангуляции тригонометрической; приемы мензульной съемки различны и излагаются в курсе геодезии. Но самым обычным приемом получения плана русла и долины реки при мелиоративных изысканиях является съемка их перпендикулярами от ходовой линии вдоль русла реки; эта же линия является и осью нивелировки. Ходовая линия прокладывается по возможности ближе к реке, по сухим местам, свободным от зарослей и с меньшим числом поворотов (рис. 58). Через 100 м и чаще проводятся от осевой линии перпендикуляры к реке, где и замеряется положение обоих берегов на небольшой и мелкой реке; на большой реке осевые ходы оказываются необходимым проводить с обоих берегов ее, связывая их нивелировкой по существующим мостам (рис. 59).

Угломерным инструментом служит пантометр или теодолит; измеряются внутренние углы и румбы линий. Ситуация долины реки получается при пикетаже по поперечным ходам для нивелировки.

Нивелировка по реке. Нивелировка по осевой линии производится обычным, описанным уже для болот, порядком. По каждому перпендикуляру к реке нивелируется берег реки, уровень воды в реке и дно реки, если на то хватает длины рейки; если же дно глубоко, то оно промеряется рейкой от поверхности воды.

Для нивелирования уровня воды вбивается в воду, у берега реки, кол таким образом, чтобы правильно срезанная головка его пришлась вровень с поверхностью воды; рейка ставится на головку кола.

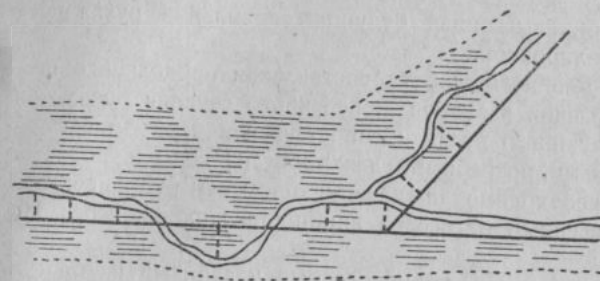


Рис. 58.

При густых зарослях по берегам реки, чтобы уменьшить утомительную работу по прочистке выездов, располагают линию нивелировки, пикеты по этой линии и пикеты для промеров реки аналогично тому, как это указано для заросших канав и ручьев (рис. 56). При встрече на реке всяких заграждений, устанавливаемых для рыбной ловли, переезда и перехода, следует определить нивелиром величину вызываемых ими подпоров, отложений наносов или размывов берегов; это имеет значение как для вычисления работ по расчистке речек, так и для указания в проекте на необходимость соблюдения имеющихся правительственных распоряжений об охране естественных водотоков.

При встрече на речке мельницы — замерить высоту верхнего и нижнего горизонтов воды, высоту порога мельничной плотины, ширину отверстия и, если допустимо, диаметр колеса для суждения о возможности и невозможности понижения порога водоспуска. Желательно здесь определить расход воды и выяснить, может ли мельница работать непрерывно или лишь

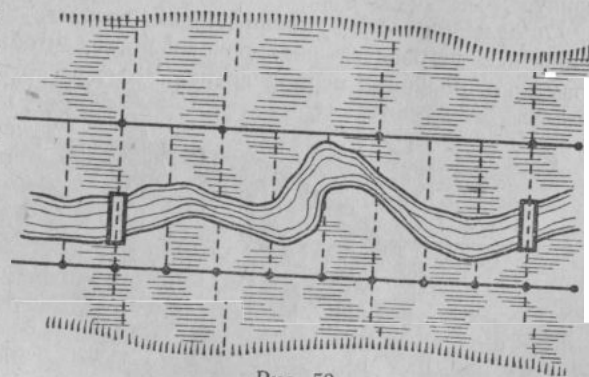


Рис. 59.

накопляемой за ночь водою. Следует выяснить производительность мельницы и потребность населения в ней. Наличие мельничной запруды, затопляющей вышележащие земли, сильно усложняет производство мелиорации, так как при обычной невозможности добиться добровольного соглашения с содержанием мельницы о понижении уровня воды в реке является необходимым обращаться за разрешением этого вопроса в судебные учреждения. При встрече мостов следует измерить их пролеты и высоту над дном русла и горизонтом воды, отметить конструкцию и состояние моста. Под шоссейными и железнодорожными мостами заметить, укреплено ли дно и чем, и кроме того необходимо занивелировать самое дно. Это имеет значение

* Дубах А. и Спарро Р. Осушение болот.

для решений вопроса о характере работ в случае необходимости углубления дна под мостом, при наличии подпора.

Так как уровень воды в реке в течение изысканий меняется, то при производстве нивелировки в начале каждого рабочего дня снова определяется уровень воды в том месте, где было последнее определение его в предшествующий день. Опросом местных жителей и по следам на деревьях, сваях, по остаткам на берегах долины устанавливается и фиксируется нивелировкой уровень весенних и высоких летних вод.

Места намечающихся при изысканиях будущих спрямлений русла реки должны быть пройдены нивелировкой.

Промеры русла реки. Для возможности составления продольного профиля дна реки, для установления размеров поперечного сечения русла, для вычисления объема существующего русла и сопоставления этих существующих величин его с величинами, потребными для пропуска воды с подлежащей осушению площади, необходимо произвести промеры русла реки по перпендикулярам, восстановленным от осевой линии нивелировки через 100 и менее метров.

Через реку протягивается канат, прикрепляемый к забитым на берегах кольям; на канаве через каждый метр подвязан шнурок. Продвигаясь по канату вброд по реке, рейкой измеряют глубину воды через один или через два метра; на глубокой реке промеры делают с лодки. Если русло реки достаточно велико, и вода стоит в нем низко, то промеры производятся значительно реже.

На болотных реках с топким дном нивелирная рейка уходит слишком глубоко в дно и дает поэтому преувеличенные представления о глубине русла. В таких условиях к рейке следует прикреплять горизонтальную планку.

Гидрометрические работы. Мелиоративные изыскания на реке следует начинать с устройства водомерного поста, чтобы захватить наблюдениями возможно больший период времени до момента составления проекта регу-

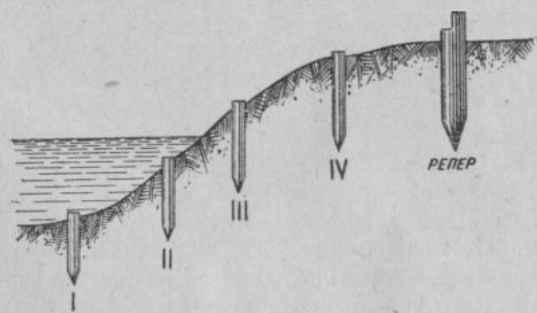


Рис. 60.

лирования реки; наблюдения следует вести над уровнем воды и над расходом воды в реке. Чтобы работа имела действительное значение, необходимо, не откладывая в конец, связать нивелировкой репер или деления водомерного поста с основным репером изысканий по реке. Для наблюдения над горизонтом воды устраиваются реечные и свайные посты. Реечный пост заключается в прикрепленной к мостовому устью длинной рейки с делениями (у ж.-д. и шоссе мостов); свайный пост состоит из ряда свай, забитых в линию по откосу берега так, чтобы головка каждой нижней сваи приходилась на уровне водомерной зарубки следующей сваи (рис. 60); разность высот между соседними сваями делается от 0,5 до 1 м; положение зарубок и головок всех свай определяется нивелиром относительно прочного репера водомерного поста. При наблюдении ставится на зарубку соответствующей сваи мерная линейка, и затем

по номеру сваи и отсчету по линейке вычисляется высота уровня воды над условным для всей нивелировки долины реки горизонтом. Определение расхода Q воды при изысканиях производится промером поперечного сечения F потока и измерением скорости V течения воды в этом месте, так как

$$Q = F \cdot V.$$

На прямом участке речки, через 10—20 м, а на реках средней величины через 50—100 м, отмечаются кольями три поперечные линии. На каждой из намеченных поперечин по

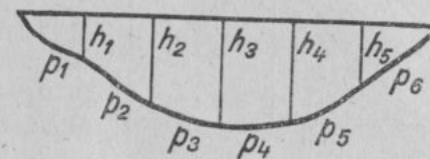


Рис. 61.

очереди протягивают поперек русла канат с делениями через два метра (привязаны веревочки), против которых рейкою с лодки или стоя в воде измеряется глубина воды. В результате получаются размеры поперечного сечения водного потока. По этим размерам вычисляется площадь живого сечения потока в кв. метрах (рис. 61):

$$F = \frac{2 \cdot h_1}{2} + \frac{(h_1 + h_2) \cdot 2}{2} + \dots + \frac{2h_n}{2},$$

что дает после преобразования

$$F = (h_1 + h_2 + \dots + h_n) \cdot 2,$$

и так называемый смоченный периметр потока:

$$P = p_1 + p_2 + \dots + p_n.$$

Из трех площадей и из трех смоченных периметров вычисляются средние величины их.

Далее надо определить наибольшую поверхностную скорость потока. Для этого бросается на середину речки, выше взятого первого поперечного сечения, поплавок — деревяшка или, что лучше, полунаполненная водой и заткнутая пробкой бутылка. По секундной стрелке часов, а при точных наблюдениях по особому секундомеру, определяют время прохождения поплавка по середине речки между 1 и 3 сечениями; делается это раза три; деля расстояния между сечениями на время прохождения поплавка между ними, получают наибольшую поверхностную скорость течения воды V в секунду (в метрах). Скорость течения воды у берегов и у дна реки меньше поверхностной, и для вычисления расхода воды нужно знать среднюю скорость потока; она получается умножением наибольшей скорости на коэффициент α , меньший единицы и зависящий от характера русла реки и от так называемого гидравлического радиуса потока R :

$$R = \frac{\text{площадь живого сечения}}{\text{смоченный периметр}} = \frac{F}{P}.$$

Чем меньше гидравлический радиус потока и грубее русло, тем меньше средняя скорость потока по сравнению с наибольшей поверхностной. Базен

дает формулу для вычисления коэффициента отношения α , в результате вычисления по которой получаются для обычного речного русла такие значения.

$$\alpha = \frac{V_{\text{средн.}}}{V_{\text{наиб.}}}$$

Гидравл. радиус	α	Гидравл. радиус	α
0,1 м	0,54	0,7	0,72
0,2	0,61	1,0	0,75
0,3	0,65	2,0	0,77
0,4	0,68	3,0	0,78
0,5	0,70	5,0	0,79

Зная площадь F поперечного сечения водного потока и среднюю скорость его V , получают секундный расход воды $Q = F \cdot V$.

Пример. Поплавок, пущенный трижды по середине реки, прошел расстояние между крайними сечениями в 100 м в течение 207, 205 и 210 сек.; средний гидравлический радиус 3 сечений русла 0,88 м. Определить среднюю скорость потока.

$$V_{\text{наиб.}} = \frac{100}{205} = 0,488 \text{ м/сек.}$$

При $R = 0,88$ м коэф. $\alpha = 0,73$, поэтому

$$V_{\text{средн.}} = 0,73 \cdot 0,488 = 0,36 \text{ м.}$$

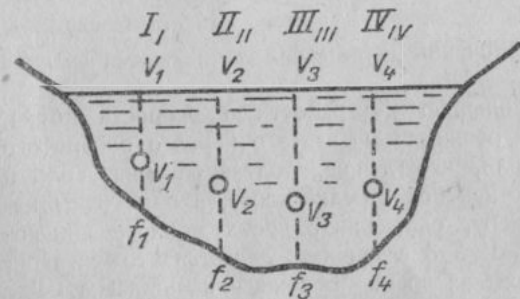


Рис. 62.

бины, считая от поверхности потока (рис. 62). Средняя скорость потока выразится:

$$V_{\text{средн.}} = \frac{v_1 \cdot f_1 + v_2 \cdot f_2 + v_3 \cdot f_3 + v_4 \cdot f_4}{f_1 + f_2 + f_3 + f_4}$$

v_1, v_2, v_3, v_4 — средние скорости по вертикалям I, II, III и IV, определенные на расстоянии 0,6 глубины, считая от поверхности. f_1, f_2, f_3, f_4 — площади сечений потока, тяготеющие к I, II, III и IV вертикалям, так что $f_1 + f_2 + f_3 + f_4$ равно всей площади.

Определение скорости течения поплавком в обычных условиях мелиоративных изысканий есть самый простой и достаточно точный прием.

При наличии вертушки, специального и сложного прибора для определения скоростей, среднюю скорость потока получают, устанавливая вертушку по нескольким вертикалям поперечного сечения и определяя скорость на каждой вертикали в расстоянии 0,6 гл-

В последнее время стали входить в употребление *батометры-тахиметры* проф. Глушкова, — каучуковые мешки, которыми скорость течения воды определяется по объему воды, вошедшей в мешок через отверстие определенной величины, направленное против течения.

Все системы вертушек и тахиметр Глушкова требуют регулярной проверки, весьма аккуратного обращения и потому применимы с удобством лишь в специальных гидрометрических партиях. Такие партии в своих работах руководствуются специальными инструкциями.

На исследуемой реке определения расходов воды должны производиться в течение лета возможно большее число раз при разных уровнях воды в ней. Действительно наблюдаемые расходы будут пополнять предположительные формулы, по которым, при составлении проекта регулирования реки, будут подбираться проектные размеры сечения.

К гидрометрическим наблюдениям в долине реки следует отнести еще наблюдения над грунтовыми водами.

Для этой цели по линии, проходящей через водомерный пост и перпендикулярной к реке, роют ямки в расстоянии 50—100 м одна от другой на такую глубину, чтобы в них держалась просачивающаяся из грунта вода. Если исследования носят временный характер, то шурфы ничем не обделываются: в каждый такой грунтовой колодезь забивается в уровень с поверхностью земли кол, связанный нивелировкой с репером водомерного поста; расстояние уровня грунтовой воды от поверхности земли измеряется сантиметровой линейкой. Удобнее грунтовые колодези высверливать американским тарелочным буром (рис. 51).

Одновременные наблюдения над уровнем воды в реке, над уровнем грунтовой воды на лугу или болоте и над выпадающими атмосферными осадками дадут некоторые указания о глубине будущих осушительных канав и о расстояниях между ними.

Геологические исследования в непосредственном приложении к запросу мелiorатора состоят в определении грунтов, образующих дно и берега реки, с обращением главного внимания на сопротивление их размыву и переносу водой, на способность держаться в откосах и на сопротивление воздействию лопаты.

Эти исследования значительно расширяются, если в долину реки выходят действующие овраги, из которых во время ливней выносятся продукты их размыва; выносы отлагаются в долине реки, и, если русло ее подходит близко к устью оврага, то оно заполняется выносами из последнего; прочистка русла в таких местах вызывает только временный спад воды. При наличии таких обстоятельств в состав мелиоративных исследований должно войти гидрогеологическое исследование впадающих в речную долину оврагов с выяснением мер их закрепления.

Водосборная площадь реки определяется по имеющимся картам: 1) штриховой 3-верстного масштаба или 2) в горизонталях в масштабе 1:150 000 или более подробном. По штриховой карте водораздельная линия проводится по середине белых мест между штрихами. Во многих случаях однако в заболоченных районах штрихи отсутствуют, в таком случае на карте проводится возможно точнее водораздельная линия (рис. 63), отграничивающая бассейн исследуемой реки от соседних рек; величина отграниченной на карте площади вычисляется планиметром или палеткой. При невозможности установить по карте водораздельную линию следует ее положение определить рекогносцировкой на месте. Почвы и растительный покров водосборной площади, имеющие влияние на сток поверхностных и грунтовых вод, а так-

же необходимые для экономического обоснования проекта работ по реке, должны быть на месте изучены, описаны и нанесены на соответствующие планы и карты.

Юридическая и общественная подготовка работы заключается в пробуждении в населении материального интереса к намеченной мелиоративной работе, выявлении всех затрагиваемых работой земледельцев с организацией их в мелиоративные товарищества и колхозы, в разъяснении условий получения мелиоративных ссуд, в согласовании намечаемых мероприятий реки с интересами земледельцев.

Экономическая подготовка работы по регулированию реки заключается в сборе материалов, необходимых для обоснования выгодности работы, в том же порядке, как и при всякого рода мелиоративных работах.

Исследование озер складывается из плановой съемки, промеров глубин, гидрологических наблюдений, геологических исследований, ботанических и ихтиологических (рыбных) исследований, гидротехнических изысканий.

План озера получится в результате обхода его линиями нивелировки и проложения перпендикуляров к ним.

Промеры глубин озера удобнее и надежнее производить зимою со льда. Толщина льда к концу зимы достигает значительной величины, поэтому следует работу произвести в начале зимы. За ось исследований принимается или геометрическая ось озера, или линия, соединяющая место впуска предполагаемого канала в озеро с местом выхода из озера ручья и канала. Через 200—500 м, смотря по величине и глубине озера, проводятся перпендикулярные ходы до краев его.

По осевому и по поперечным ходам промеры следует делать через 50—100 м. Береговая полоса, которая может после прорытия выводного из озера канала освободиться из-под воды, должна быть промерена подробнее, глубокие же места озера можно пройти с меньшей подробностью. Промеры глубин производятся с помощью плоской гири (лота), подвешенной на тонкий шнур; одновременно с этим, в мелких частях, необходимо опускать на дно озера железную штангу, чтобы определить глубину до твердого дна. Для выяснения характера озерного ила следует извлечь образцы его помощью торфяного зонда Гиллера или Сукачева. Существуют и специальные приборы для изучения озерных отложений (лот Воронкова, стратометр Перфильева и др.).

Если промеры глубин необходимо произвести летом, то таковые производятся с лодки; безопаснее работать с двух соединенных лодок. Поло-

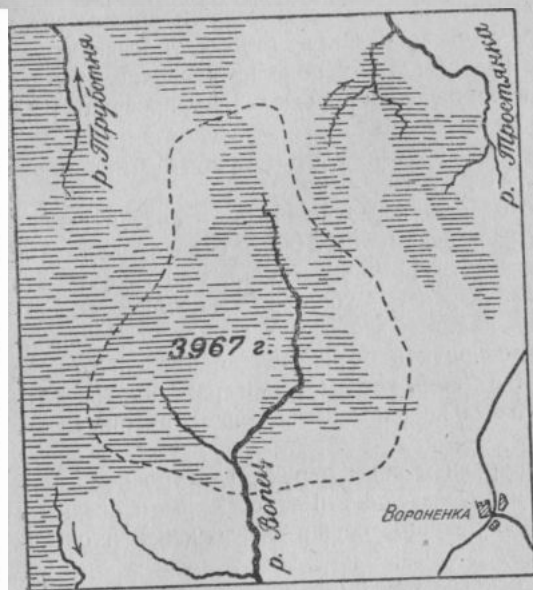


Рис. 63.

жение лодки на озере ориентируется по двум вехам, выставленным в концах осевой линии, и по величине угла между базисной линией *AB* на берегу и направлением на лодку (рис. 64).

Для определения больших глубин, когда простой лот, в виде гири на шнуре, теряет свою чувствительность, имеются специальные приборы, описываемые в курсах лимниграфии.

Гидрологическое исследование озера применительно к нуждам мелиорации заключается: 1) в количественном определении притока воды и истока воды из него по правилам гидрометрии в разное время года, 2) в наблюдении над колебанием уровня воды, 3) в наблюдении над временем замерзания и оттаивания.

Ботаническое исследование определяет темп зарастания озера водными растениями от берегов и со дна.

Ихтиологическое исследование должно установить, как отразится на рыбах озера понижение горизонта воды в нем на 0,5—1,0 м, и как отразится на рыбах впуск в озеро воды с прилегающих торфяных болот.

Гидротехнические изыскания должны дать материал для выяснения: насколько необходимо понизить уровень воды в озере для осушения прилегающих низменностей; на каком протяжении и каких размеров следует для этого прорыть выводной канал, новый или по речке; следует ли водоотводную магистраль с болота ввести в озеро или обойти ею озеро; каковы глубины торфа в районе озера; каковы юридические и экономические (участие населения) условия производства работ по впуску и выпуску воды из озера. Приемы гидротехнических изысканий те же, что на болотах и по рекам.

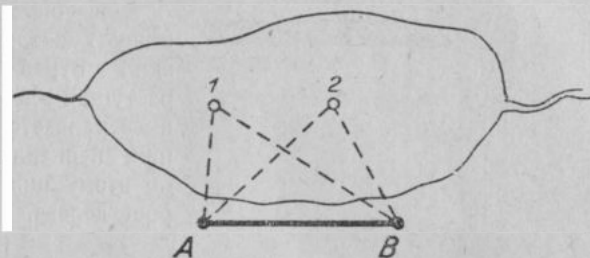


Рис. 64.

СОБИРАНИЕ СВЕДЕНИЙ

Во время производства изысканий следует собирать сведения о высоте весенних разливов и летних паводков, чтобы затем обозначить заливаемую ими площадь на плане, а также и сведения, которыми можно обосновать целесообразность работы: род использования болота в настоящее время и предполагаемое после осушения — пастбище, покос, добывание торфа; количество собираемого с гектара заболоченного пространства сена, качество его и рыночная цена, способы уборки сена, стоимость аренды гектара болота и стоимость рабочих рук. Те же сведения собрать и с гектара незаболоченных лугов.

Необходимы сведения о числе дворов, заинтересованных в мелиорации, о земельном обеспечении их с подразделением на виды угодий, о количестве скота, о рынках сбыта с.-х. продуктов.

Для суждения об экономической целесообразности развития интенсивных культур на мелиорируемых площадях следует выявить наличие свободной рабочей силы в летнее время среди сельского населения района.

Если предполагается произвести осушение площади под лесом, то нужно выяснить обеспеченность сбыта лесного материала, возможность устройства сплавных путей, собрать материал о росте леса. Для этой цели спиливается

несколько модельных деревьев (сосна и ель), замечается вся их длина до кроны, глубина торфа на этом месте, характер подпочвы, моховой покров, густота насаждения; из спиленных деревьев выпиливаются через определенное расстояние (один метр) кружки; пересчет годичных слоев на кружках и величины их дадут понятие о возрасте дерева и ходе роста.

Для определения прироста в толщину также может служить пресслеровский бурав (рис. 65), которым из растущих деревьев на высоте груди высверливается цилиндр в направлении, перпендикулярном к оси дерева; по этому цилиндрику определяется прирост дерева.

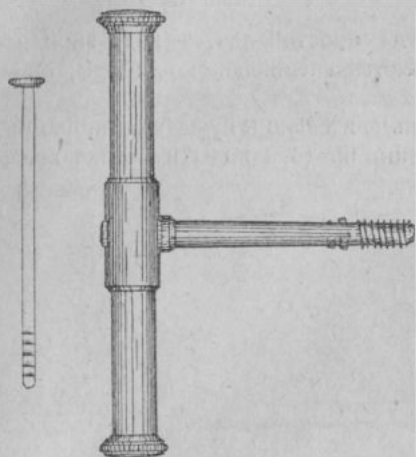


Рис. 65.

РЕПЕРА

При изысканиях на значительных площадях необходимо на некоторых местах, в пересечениях ходовых линий, у дорог, на квартальных просеках и т. п. устройство прочных знаков — реперов. Западная экспедиция по осушению болот ставила их в виде дубовых столбов длиной около 2 м, толщиной до 27 см; такой столб (рис. 66), с прикрепленной к нижней части крестовиной, зарывался до половины длины в землю; на расстоянии 0,4 м над поверхностью земли делалась зарубка (пилою), горизонт которой считался отметкою репера; верхняя часть столба, по зарубку, стесывалась для надписи; надпись масляною краскою должна содержать номер репера, год и день постановки, инициалы фамилии лица и название учреждения, производившего работу. Репера на высоких, обделанных пнях срубленных деревьев не долговечны, так как подвержены быстрому гниению вследствие выделения растительных соков (береза).

В предвоенное время при работах правительственного персонала начали ставить металлические репера в виде железных труб длиной в 2 м с винтовым наконечником (рис. 67) и в виде массивных чугунных пустотельных отливок. Трубы ввертываются в землю деревянными хомутами на глубину 1,5—2 м; горизонтом служит верх закругленного конца трубы (стоимость и установка 15—20 руб.). Трубы ввинчиваются в землю на глубину $\frac{3}{4}$ своей длины. Чугунные отливки опускаются в вырываемые для них ямы, которые затем с утрамбовкою засыпаются. Положение подобных реперов необходимо точно описывать; для облегчения отыскивания их желательно устройство над ними из 3—4 жердей пирамиды.

Вследствие того, что приобретение, перевозка и установка металлических реперов кропотливы и дороги, их ставят лишь основными репе-

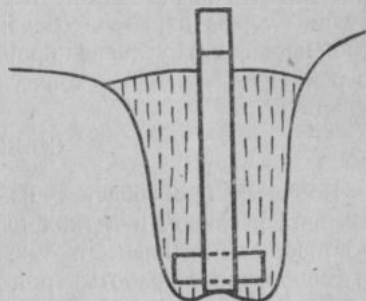


Рис. 66.

рами, один на всем данном болоте, или один на площади, величиною до 1000 га.

Основной репер рекомендуют устраивать в виде бетонной болванки с железным стержнем внутри и с солидным основанием в земле.

Репера из кирпичной кладки делать не следует, так как кирпич иногда разбирается населением.

Кроме основных реперов устанавливаются еще примерно через каждый километр нивелировки деревянные репера, необходимые для проверок и связывания нивелировок в течение всего времени производства гидротехнических работ на данном участке.

Чтобы работа имела значение для составления впоследствии рельефной карты района, необходимо всю нивелировку привязать двойной нивелировкой к реперу, высота которого известна над уровнем моря (например к марке железной дороги).

РАБОЧИЙ ПЛАН

Все проложенные по болоту ходовые линии наносятся на черновой план по румбам, в масштабе 100 м в сантиметре; этот масштаб дает возможность указывать на плане все пикеты; линии наносятся фиолетовой краской, пикеты отмечаются черными точками, номера их подписываются черной тушью, существующие канавы и протоки проводятся лазурью, площадь, заливаемая весенними водами, обводится синим пунктиром. Обработка нивелирного журнала начинается с выписывания в соответствующие графы журнала средних отсчетов, затем вычисляются отметки пикетов, начиная от репера, высота которого над уровнем моря известна; если привязки к такому реперу не производилось, то вычисления начинают с одного из нижних пикетов, давая ему условную отметку 10 000 м, с таким расчетом, чтобы не было отметок отрицательных. Вычисленные отметки пишутся в журнале и подписываются с точностью до 0,01 м на рабочем плане, тут же подписываются коричневым цветом и глубины торфа. Все это должно быть сделано не выезжая с места работы, так как при вычислениях обнаруживаются ошибки нивелирования или неполнота изысканий, что необходимо тут же исправить или дополнить. При нивелировании замкнутых полигонов получается, разумеется, невязка в отметках.

По техническим инструкциям* для мелиоративных изысканий величина допускаемой невязки по второстепенным линиям между временными реперами не должна превосходить величины:

$$\Delta = 0,01 \cdot \sqrt{L} + 0,001 \cdot L,$$

где Δ — величина невязки в метрах, L — число пройденных километров.

Например при длине пронивелированной линии в 5 км допускаемая невязка не должна превышать:

$$\Delta = 0,01 \cdot 2,236 + 0,001 \cdot 5 = 0,027 \text{ м.}$$

* Инструкция Технического комитета НКЗ РСФСР и др.

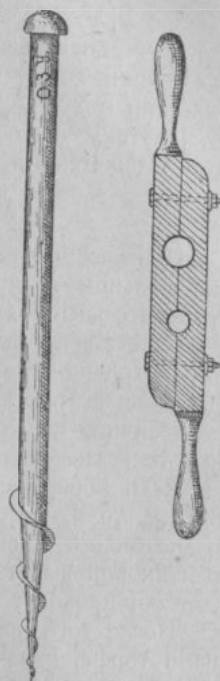


Рис. 67.

Приведенная формула не учитывает числа стоянок инструмента, которое однако на точность нивелирования влияет; этот фактор учитывается формулой:

$$\Delta = m\sqrt{2n},$$

где m — допускаемая ошибка при одном отсчете, принимаемая в 0,004 м при расстоянии между пикетами в 100 м, и $m = 0,008$ при расстоянии между пикетами в 200 м; n — число стоянок инструмента.

Поэтому при длине пронивелированной линии в 5 км и расстоянии между пикетами в 100 м невязка не должна превышать:

$$\Delta = 0,004 \cdot \sqrt{2 \cdot 49} = 0,004 \cdot 9,9 = 0,040 \text{ м.}$$

Приведенные величины допускаемой невязки, применимые при работе на минеральном грунте, являются при работе на торфяном болоте слишком требовательными для практических целей.

Исчисленная выше по первой формуле наибольшая допускаемая невязка или погрешность на 5 км нивелировки в 0,027 м изменяет уклон болота (падение на протяжении одного метра) на $0,027:5000 = 0,000056$, т. е. на величину столь малую, что на скорость движения воды, подпор и пр., как то в следующих главах будет указано, она никакого влияния не окажет.

Если поперечные нивелирные ходы брались по болоту не реже как через 500 м, то на основании вычисленных высот всех пикетов следует затем на плане болота точно провести горизонтали, т. е. линии, соединяющие места одинаковой высоты; при обычных малых уклонах поверхности болота горизонтали проводятся с разностью высот в 0,2 м.

После того на рабочем плане, руководствуясь горизонталями и глубинами торфа, намечается сеть осушительных канав; делается это обычно не выезжая с места работ, чтобы тотчас же намеченные на плане канавы проложить на самом болоте, не предвзяв пока их размеров. Только в случае больших изысканий, когда расположение сети осушительных канав может быть различно скомбинировано, или когда дело затрудняется выходом грунтовых вод, подпором снизу и т. п., или когда не установлена еще окончательно цель осушения, план общих изысканий представляется предварительно на суждение руководителя работы и землепользователя; в этом случае проложение линий канав на болотах откладывается иногда до следующего года. Назначив на рабочем плане, руководствуясь помимо горизонталей еще и далее указанными соображениями, сеть канав и определив транспортом на плане румбы их, переносят намеченные линии на местность; это называется трассировкою канав.

Кроме основного плана с горизонталями поверхности и с надписями глубин торфа желательно в период разработки проекта мелиоративных работ и окончательного намечания осушительной сети составление дополнительных планов, графически иллюстрирующих размерные элементы исследованной площади.

Вычитая из отметки поверхности болота глубину торфа на данном пикете, получают отметку дна болота. По отметкам дна, на отдельном плане, желательно вычертить горизонтали дна болота, изогипсы дна; горизонтали дна обычно не соответствуют горизонталям поверхности, и по ним во многих случаях с ясностью выявляется озерное происхождение ныне выпуклого моховика (см. в конце книги план Кострецкой дачи, бывш. Тверской губ., изображенный в двух рельефных планах: дна и поверхности болота).

Если горизонтали поверхности и дна болота проведены на одном плане, то в местах пересечения этих разнородных горизонталей легко вычисляется глубина торфа, напр. в точках a (рис. 68) глубина должна быть 1,7 м, в точках b — 1,5 м. Если проверка глубины торфа в этих местах в натуре даст большие отклонения, то это укажет на недостаточную полноту изысканий для данного болота.

На минеральном грунте, вместо глубин торфа и дна болота, желательно показать толщину верхней породы: песка, глины, подзола и горизонтали подстилающей породы: валунный суглинок, песок крупный, песок плавун и пр.

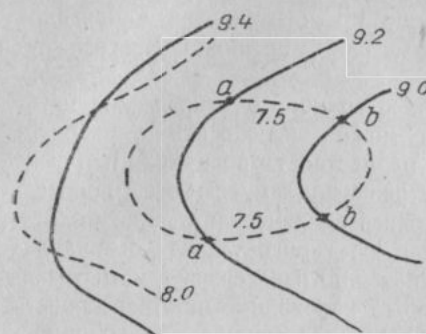


Рис. 68.

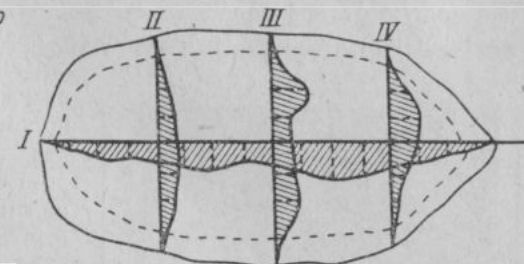


Рис. 69.

При исследовании торфяника под выработку торфа, когда желательно с возможной наглядностью выразить на плане глубины торфа, строят на плане же, по каждой зондировочной линии, профили торфяной залежи. Для этого на каждом пикете откладывают от зондировочной линии, в масштабе 1 см = 2 м, глубины торфа, соединяют концы отложенных отрезков и закрашивают получаемый профиль сеной (рис. 69). На таком плане показывают кроме того границу промышленной залежи, проводя ее по местам с глубиной неосушенного торфа в 0,7 м.

ТРАССИРОВКА КАНАВ

Трассировка канав состоит в точном на месте обозначении и в нивелировании линий их. Начинают обычно с магистральной канавы. Если линия ее совпадает с главной осью предварительных изысканий, пройденной по середине болота и отмеченной большими видными пикетными кольями, то работа проложения магистральной канавы оказывается почти исполненной; следует в устье ее установить репер и сделать на нем кроме обычной надписи еще надпись „устье такой-то магистральной канавы“. При этом необходимо иметь в виду, что самая работа по осушению болот исполняется иногда через несколько лет после изысканий. За это время просеки маскируются разросшимися кронами соседних деревьев, часть пикетов, а если на участке производится пастьба скота, то почти все, ломаются или вытаскиваются; оставшиеся принимают темную окраску и потому трудно видны среди кочек, кустов и пней. Поэтому по линии канав должно быть оставлено возможно более знаков, и они должны быть возможно солиднее. Пикеты по линии канав следует ставить не реже 100 м.

На каждом повороте забивается кроме кола пикетного еще отдельный столбик, или делается вырубка на дереве с надписью „поворот право“ или

„поворот лево“, смотря снизу вверх, т. е. в том направлении, в котором будет производиться рытье канавы. В начале канавы забивается также отдельный столб рядом с пикетным с надписью „начало такой-то канавы“.

Если линия намеченного по рабочему плану магистрального канала не совпадает с осью произведенных изысканий, то является необходимым трассировать линию магистрали заново. Поставив на намеченных поворотных точках высокие вехи, производят по ним вешение линии, прорубку зарослей, пикетаж, нивелировку и определение глубин торфа, как это было описано в производстве изысканий.

Очень часто вехи, выставленной в конце прямого отрезка намеченной на плане и трассируемой на местность магистрали, не видно. В этом случае поступают двояко.

Если при пикетаже румбы линий брались точно, то направление магистрали можно переносить с рабочего плана на местность по румбам или даже по внутренним углам, если была произведена точная землемерная съемка болота.

Если же горизонтальная съемка линий изысканий ненадежна, а магистральный канал необходимо протрассировать точно в установленное место, то прибегают к сигнализации. В начале линии устанавливается теодолит (пантометр), а в конце линии в условленное время, до рассвета, поднимается высокая веха с горящим факелом; трубу теодолита наводят на факел и в таком положении закрепляют*. После рассвета производят расчистку зарослей — вешение по оптической оси теодолита.

Нумерацию пикетов удобнее вести от устья: 0, 1, 2... Направления линий канав берутся уже по румбам, определенным на плане транспортом. Нивелировка в местах пересечения проектируемых канав с линиями общих изысканий связывается с пикетами общих

изысканий. При устье каждой боковой канавы ставится, помимо кола пикетного, еще отдельный с надписью „устье боковой канавы №“; этот кол служит и репером. На поворотах и при началах боковых канав так же, как и при трассировке магистрали, делаются соответствующие надписи.

Общее расположение всех знаков на болоте, вполне подготовленном к прорытию осушительных канав, представляется в виде, изображенном на рис. 70. Иногда бывает необходимо отступать от линий, намеченных на рабочем плане, так как общие изыскания не могут уловить всех изменений рельефа; песчаные бугры, попадающиеся на болотах, желательнее, где возможно, обходить, если это не связано с значительным изгибом и удлинением канавы; откосы канавы в песчаном грунте, оставленные без укрепления, тотчас же обваливаются, и дно канавы засоряется не только в этом месте, но

* Вместо факела возможно пускание ракет.

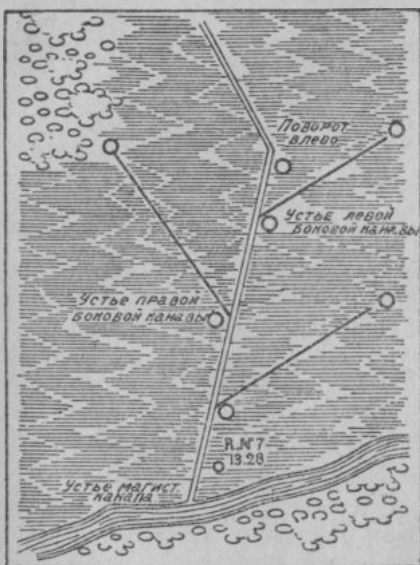


Рис. 70.

и ниже, так как водою песок переносится по дну; поэтому перед бугром образуется застой воды.

Если общих изысканий не производилось вследствие незначительной площади болота, уости долины и пр., то трассировка канав сопряжена с большими заботами и идет медленнее, так как приходится идти не по заранее определенному направлению, а искать его ощупью, посылая или идя лично вперед для осмотра местности, ставя высокие вехи и пр. При трассировке канав в журнале отмечаются, как и при общих изысканиях, все пересекаемые границы владений, дороги, гати, высота и ширина их, горизонт воды на болоте, характер поверхности, растительность и пр.

Нивелировка проверяется вычислением невязки, если линии канав связаны с линиями общих изысканий; если же общих изысканий было произведено недостаточно, и потому привязка к ним не везде могла быть сделана, то такие линии канав, при больших работах и при малом уклоне, следует нивелировать два раза.

Написав отметки пикетов канав на плане, можно провести горизонтали уже более точно, чем это было сделано по одним общим изысканиям. Изложенным кончается задача получения всего материала для составления проекта работ и его выполнения.

ОРГАНИЗАЦИЯ ИЗЫСКАНИЙ

Оборудование партии. Выезжающая на мелиоративно-изыскательские работы партия должна иметь как минимум: нивелир с длинной треногой, гониометр, две рейки, две ленты (20-метровые), рулетку, торфяной зонд простейший, складной метр, готвальную, транспортер, линейку, два треугольника, запас кальки и ватманской бумаги, пузырьки черного, синего, красного и коричневого инков; полезно захватить банку масляной краски и кисточки для надписывания пикетов.

Остальные принадлежности: топоры, вешки, пила и лопата, находятся на месте работ.

При дальних от жилья изысканиях следует иметь палатку для техперсонала, палатку для рабочих, две складных кровати, чайник для кипячения воды, фляжку и прочее мелкое хозяйственное оборудование.

При более солидных изысканиях к основному техническому оборудованию прибавляется: теодолит, торфяной зонд Гиллера, бурав Пресслера, компас*.

Состав партии. При одном комплекте инструментов и при обычных изысканиях по болотам состав партии складывается из производителя изысканий — 1, пикетажиста — 1, рабочих: для вешения линии — 1, для прочистки просек — от 0 до 3, для зондировки торфа — 1 (на глубоким болоте 2), для меры линий — 2, для заготовки и забивки пикетов — 1, для держания реек, они же переносят ящики от инструментов — 2, для переноса нивелира — 1; всего рабочих от 8 до 11 человек; при усиленной прочистке или при работе теодолитом число рабочих соответственно увеличивается на 1—2 человека. При дальних расстояниях необходима одна подвода для перевозки инструментов, реперов, взятых образцов, дневного питания.

* Весьма полезные практические указания о спелеодежде, хозяйственном снаряжении, продовольствии, о временных ночлегах дает Э. Ш а б а к в „Записках таксатора“, помещенных в Лесном журнале за 1913 г., выпуски I—II, III—IV, VI, VII, VIII, IX—X.

Производительность работы. Изыскания на болотах начинают в конце мая, когда весенняя вода спадет и согреется; продолжают изыскания до октября. Промеры озер, топких болот и иногда рек производятся со льда зимою. В течение суток работают 8 часов, не считая времени прохода на работу и домой. Во время лета днем на болоте сильно мешают работать оводы, слепни и другие крупные насекомые, к вечеру мешают комары и мелкая мошкара. Иногда бывают такие периоды, что работу приходится начинать перед рассветом в 2 часа утра, а к 8 часам утра из-за насекомых прекращать, выходя еще раз к вечеру на близкие места работы.

Дневная производительность работы чрезвычайно изменчива. На болотах с редкой зарослью и с кочками средней величины вся партия, производя одновременно вешение, пикетаж, зондировку и нивелировку, проходит в среднем три километра за день. По чистому и ровному болоту — 5 км, по густым зарослям ивняка — 1,5 км.

Для составления смет на изыскания и для отчетности по ним имеются „временные урочные нормы на изыскательные работы по водному хозяйству в области мелиорации“, утвержденные Президиумом Госплана Союза ССР.

Исполнение при производстве изысканий всех перечисленных условий организационного, технического и исследовательского характера требует от производителя изысканий массы физического труда, внимания, упорной настойчивости, времени, разносторонних знаний. Действительная обстановка изысканий весьма редко дает эти условия. Гидротехник, по объему своего производственного плана за сезон, не имеет времени на точное выяснение водосбора, на подробную нивелировку, на точное установление цен на сено и пр., без чего проекты не могут считаться составленными полно; к этому присоединяется вторая, еще более тормозящая причина, именно необходимость работать иногда с очередными рабочими от мелиоративного товарищества или нанятыми от крестьянского общества, на землях которых предполагается осушение; трата на общие изыскания в этих случаях встречает противодействие иногда и по основательным причинам, так как для мелиоративного товарищества нет например никакой надобности в целях проведения осушительных канав производить нивелировку до железнодорожного репера, чтобы знать высоту своего болота над уровнем моря. В смысле полноты изысканий работы на государственных фондовых землях обставлены лучшими условиями, так как на них отпускаются денежные средства, и платным рабочим совершенно безразлично, где и сколько времени производить эти измерения.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

ВОДА И ПОЧВА

ДВИЖЕНИЕ ВОДЫ НА БОЛОТЕ

Прорытие на болоте осушительных каналов имеет целью удаление с него воды, избыточной для предполагаемого после осушения использования болота.

Вода в каналы поступает по поверхности болота и просачиванием через грунт, подразумевая под последним почву и подпочву. Движение по торфяной почве поверхностной воды в канаву происходит по тем же законам, как и по всякой почве, с тем лишь различием, что сток с болота обычно медленнее, чем с иных угодий; причиною тому — густой растительный войлок, кочки, пни и обычно малый уклон поверхности. Поэтому из выпадающих осадков стекает по поверхности болота значительно меньшая часть их, чем с почвы минеральной.

Движение воды по поверхности почвы выражается тою же формулою Шези

$$v = c\sqrt{R} \cdot \sqrt{J},$$

что и для открытых каналов, но коэффициент шероховатости n для определения c по Гангилье и Куттеру увеличивается до 0,40 (по наблюдениям опытно-мелиоративных организаций).

Движение же грунтовой воды в торфяной почве на болоте отличается как с количественной, так и с качественной стороны от того же процесса в дренированных минеральных почвах.

С количественной стороны лабораторные опыты над просачиванием воды через различного рода грунты указывают, что торф есть весьма малопроницаемая для воды почва. Я. Гетманов* наблюдениями над просачиванием воды через монолиты показал, что скорость движения воды через торф в вертикальном и в горизонтальном направлениях начинается с 2 м в сутки в гипно-осоковом торфе и уменьшается до нуля после трех месяцев насыщения торфа водою; в моховых торфах начальная скорость в 1 м за сутки также падает до нуля по мере разбухания торфяного гумуса.

С качественной стороны движение воды в торфе должно также отличаться от движения в минеральном грунте уже потому, что структура торфа обычно неоднородна: в горизонтальном направлении замечается иногда плотная слоистость, в вертикальном направлении — остатки неразложившихся стеблей крупных растений, пней, корней деревьев и т. п., являющиеся путями для вертикального движения воды.

* Водные свойства торфяных грунтов. Мат. по оп.-мелиорат. делу, т. III. 1929 г.

Это обстоятельство, помимо законов гидравлики, значительно влияет на направление движения воды. Кроме того дальнейшее изложение указывает еще на ряд обстоятельств, существенно изменяющих направление движения воды в торфяном болоте по сравнению с минеральными грунтами.

Исследование болот указывает, что под разнородными торфяными слоями, общию толщиной в центральной и западной части СССР обычно от 1 до 3 м, залегает чаще песчаный, реже глинистый или цементированный горизонт; иногда эти горизонты отделены от торфяной массы прослойкой ила.

Если торфяную толщу прорезать до минерального грунта водоотводным каналом, то происходит до определенной степени осушение болота путем стока воды с болота в водоотводный канал. Движение воды с поверхности болота в канал происходит в течение нескольких дней лишь в весеннее время и после ливней; остальное время вода идет в канал через грунт. Для выяснения, каким образом вода идет в канал из торфяного грунта, рассмотрим путь до канала некоторой капли воды *B* (связанной с непрерывной массой капель), находящейся близ поверхности болота и на расстоянии напр. 10 м от канала, прорезывающего болото с глубиной торфа в 1 м до подстилающего песчаного грунта. Кратчайший путь в канал был бы по одной из прямых линий *B—K*, наклоненных к горизонту (рис. 71). На

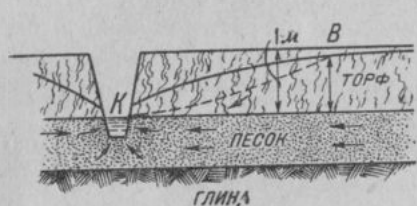


Рис. 71.

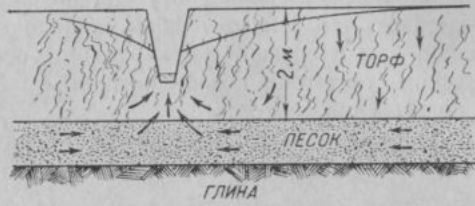


Рис. 72.

этом пути вода должна преодолеть сопротивление торфяной массы мощности 10 м и притом обычно поперек волокон ее. Второй путь мыслим по ломаной линии *BГK*; этот путь немного длиннее первого и именно на глубину торфа, т. е. в данном случае на 1 м, но сопротивление движению воды в нем несравнимо меньше, так как вода стремится идти по пути наименьшего сопротивления, то естественно, что она пойдет именно по ломаной линии *BГK*, если на вертикальном пути нет водонепроницаемой прослойки. Если дно канавы не доходит до минерального грунта, то путь движения усложняется вторым изгибом под дном канала, причем вода пойдет в канал через дно снизу вверх под действием напора (рис. 72).

Таким образом в торфяном болоте вода опускается в силу своей тяжести вертикально до подстилающего торф водопроницаемого, обычно песчаного, слоя; затем идет по этому слою горизонтально, если он малой толщины, или по какому-либо кривым, если песчаный слой значительной мощности, по направлению к проекции линии дна канала, поднимаясь затем вследствие напора вновь вертикально, чтобы попасть в водоотводный канал или дренаж снизу.

Аналогичное движение воды установлено лабораторными опытами в однородных песчаных грунтах. Если насыпать в стеклянный ящик однородного песка (рис. 73), заложить вдоль одной стенки ящика отводящий желобок, а у противоположной стенки вводить на поверхность песка окрашенную

воду (опыты Пеннинга), то, как показали наблюдения сквозь стеклянную стенку, вода идет через проницаемый песок к водоотводному желобку не по кратчайшему пути — прямой линии, а по кривой линии, спускающейся своей вершиной ниже дна желобка.

Поступление воды в каналы на торфяном болоте через дно их наблюдается на болотах постоянно и просто. Именно в каналы, по которым идет непрерывный ток воды, обычно, кроме весеннего времени и после ливней, нигде на всем их протяжении притока воды с поверхности болота и через откосы их не обнаруживается; следовательно вся проходящая по каналу вода поступает в него только через дно: в отдельных местах замечаются на дне выходы воды в канал даже в виде ключей под напором.

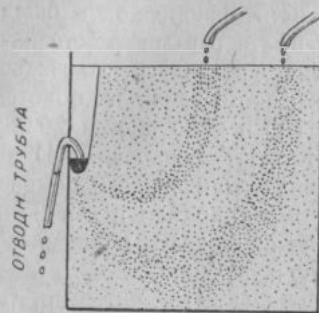


Рис. 73.



Рис. 74.

Напор грунтовых вод в канал Пеннинг наблюдал опытным путем следующим образом:

Если опустить в дно канала на некоторую глубину полую трубку, то горизонт воды в трубке во время просачивания грунтовой воды в канал через дно будет выше горизонта воды в самом канале; происходит это явление потому, что в трубке нет слоя торфа, оказывающего наибольшее сопротивление поднятию воды вверх, а потому нет и потери в напоре воды (рис. 74).

Так как сопротивление движению воды песчаного, тем более глинистого, и иловатого, слоя все же значительно и величина его находится в зависимости от длины пути, то чем далее от канала, тем с большим препятствием вода достигнет канала; вследствие этого нормальный горизонт грунтовой воды на однородном канализованном болоте устанавливается по некоторой кривой, так называемой кривой депрессии, понижающейся по мере приближения к каналу, как указано на рис. 74, т. е. горизонт воды устанавливается аналогично линии уровней воды в пьезометрических трубках при определении напора воды в трубе.

Объем грунтовой воды, находящийся выше уровня воды в канале и следовательно вызывающий своим давлением движение грунтовой воды в канал, составляет активную зону грунтовых вод. Нижележащий объем, из которого под действием тяжести воды активной зоны и давления почвенного воздуха поступает вода в канал, называется пассивной зоной грунтовых вод; в опущенной в эту зону пьезометрической трубке уровень воды установится выше уровня воды в канале; иначе конечно не было бы поступления воды в канал.

Наконец на некоторой глубине под дном водоотводного канала находится горизонт воды, ни активно, ни пассивно не участвующий в питании канала:

это нейтральная зона. Пьезометрическая трубка в нем покажет напор, соответствующий уровню воды в канале.

Кроме вертикального движения грунтовой воды, под влиянием силы тяжести и атмосферного давления, вниз — в подстилающий водопроницаемый грунт, в торфяной массе происходит вертикальное движение воды и вверх под влиянием значительного испарения ее поверхностью растений и капиллярной силы. При этом наблюдается, что торф после стока или испарения всей грунтовой воды начинает дальше высыхать через испарение равномерно во всей своей толще от поверхности до дна, так как убыль с поверхности непрерывно возмещается движением воды по капиллярам снизу.

Процесс испарения, действуя равномерно на всей однородной площади болота, уравнивает горизонт грунтовых вод на нем в разных расстояниях от осушительных каналов; поэтому в сухое время уровень грунтовых вод устанавливается на одинаковом расстоянии от поверхности земли на болотах, прорезанных осушительными канавами через 200, 100 и даже иногда 20 м*.

Испарение с болот весьма велико; благоприятствуют испарению: 1) избыток наличной влаги; 2) очень большая величина капиллярного подъема воды торфом, превышающая по Перельсу в 6 раз подъем в глинистой почве и с лишком в 20 раз подъем в крупно-песчаной почве; 3) приспособление некоторых болотных растений к усиленному испарению.

Определение величины испарения в цифрах весьма затруднительно, так как она зависит от множества факторов: состава почвы, рода поверхности, растительности, влажности почвы и воздуха, ветра, температуры и пр.

По данным Вольни высота слоя воды, испарившейся в течение одного года (в среднем за 3 года), при количестве осадков в 586 мм:

С песка	189 мм
• торфа	323 "
• переги.-известкового песка	337 "
• суглинка	390 "
• травы на перегином песке	490 "

При недостатке влаги в почве, что обычно бывает в летние месяцы, испарение происходит в меньших размерах, причем оно уменьшается тем резче, чем менее капиллярность почвы.

Отсюда видно, что движение воды вверх должно быть весьма значительным, и во многих случаях, при большом расстоянии осушительных канав или непроницаемости подстилающего грунта, испарение и капиллярная сила поднятия воды вверх несомненно преобладают над стоком грунтовой воды из болота вниз в канавы.

Однако и в этих условиях роль канав на понижение грунтовой воды на болоте может оставаться значительной. На поверхности неканализованного болота весной и после дождей скапливается вода, на испарение которой необходимы время и затрата тепла; на канализованном же болоте поверхностная вода стекает в каналы, и потому испарение грунтовой воды начинается сразу после таяния снега или выпадения дождя без потери времени и тепла на испарение верховодки; на таком болоте ранее пробудится растительность, а это еще более увеличит испарение.

Изложенная схема движения грунтовой воды в торфяном грунте лишь в вертикальном направлении: вверх — вследствие испарения и капиллярности,

* Наблюдения на поле „Тома“ Балтийской опытной станции, на участке Минской болотной опытной станции и др.

вниз — вследствие силы тяжести и атмосферного давления в подстилающий водопроницаемый грунт и по нему к осушительному каналу, вполне объясняет наблюдаемое в практике весьма различное и своеобразное влияние каналов на уровень грунтовых вод. На канализованных редкою сетью каналов глубоких болотах часто наблюдается, что на несколько метров от края канала почвенная вода в весеннее и дождливое время продолжает стоять на уровне поверхности болота, а в сухое время равномерно понижается на всей площади болота (один из примеров — Оршинская дача в Тверской губернии); на мелких же болотах, где дно канав доходит до песчаного подстилающего торф горизонта, грунтовые воды обычно устанавливаются на расстоянии нескольких десятков метров от канала заметно ниже, чем на остальном пространстве (один из примеров — Раменская дача в Московской губ.). Обстоятельство это возможно объяснить тем, что при глубоком торфе путь наибольшего сопротивления для воды, именно торфяной слой, увеличивается, и притом в большей, чем просто пропорциональной мере. Так например при глубине торфа в 2 м и глубине канав 1,4 м наибольший вертикальный

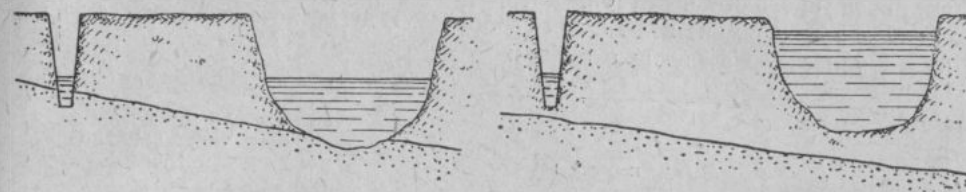


Рис. 75.

Рис. 76.

путь воды по торфу составляет $2 + (2 - 1,4) = 2,6$ м, при глубине же торфа в 4 м и прежней глубине канавы в 1,4 м путь воды по торфу: $4 + (4 - 1,4) = 6,6$ м; увеличение глубины торфа в два раза вызывает при данных условиях увеличение пути наибольшего сопротивления движению воды в два с половиною раза (рис. 72). Отсюда ясно, почему глубокое болото осушается канавами значительно труднее мелкого. Этим объясняется и наблюдаемое различное влияние каналов, прорытых близ озер, на уровень воды в последних; если дно озера и канала на торфяном болоте доходит до песчаной подпочвы (рис. 75), то горизонт воды в озере понижается до уровня воды в канале. Если же дно озера и прорытого канала находится в глубоком торфяном грунте, то горизонт воды в озере остается почти без понижения (рис. 76). Примером первого случая можно указать работы на мелком болоте в долине речки Мокрянки Могилевского округа Белорусской ССР, в Подборовской лесной даче Псковской губернии и др.; примером отсутствия влияния канав на горизонт воды в озере являются работы на глубоком моховом болоте у озера Дикого в Брожской лесной даче Бобрыйского округа и др. Наконец в литературе* указываются и нами наблюдались на практике случаи стояния уровня грунтовых вод в смотровых колодцах посередине между дренами и канавами ниже, чем с обеих сторон этих колодцев при приближении к каналам. Эти явления возможно объяснить на основании вышеизложенного тройко: или влиянием усиленного по каким-либо причинам местного испарения, или меньшей мощностью в дан-

* График уровней грунтовых вод на участке опытного поля в Бернау в Баварии, помещенный в „Handbuch der Ingenieurwissenschaften“, в главе о дренаже, составленной проф. Spöttle.

ном месте трудно проницаемого торфяного слоя, или наконец дренирующим действием самого смотрового колодца, опущенного до подстилающего торф водопроницаемого грунта.

СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Для определения элементов осушительной сети, как-то: расстояния между канавами, глубины их и пр., гидротехнику наиболее важно припомнить свойства почвы по отношению к воде: водопроницаемость, влагоемкость, капиллярность, способность отдачи воды корням растений и тесно связанные с водным режимом тепловые свойства почв.

Так как движение воды в осушительные каналы, согласно изложенному в предыдущей главе, происходит также через подпочву — песок, глину и пр., то для проектирования осушения болот является полезным знать свойства не только почвы, но и нижележащего грунта.

Водопроницаемость. Водопроницаемость определяется временем, в которое вода проходит через определенный слой почвы; чем частицы почвы крупнее, тем движение воды в ней свободнее. В курсе почвоведения Сибири приведены следующие цифры:

Род почвы	Время прохождения воды через слой почвы в 18 см	
	часы	мин.
Глинистый чернозем	2	—
Тяжелый перегнойный суглинок	3	5
Серый суглинок	2	30
Мелкий суглинок	1	6
Супесь	—	30
Слабоглинистый песок	—	4

Для торфа к сожалению цифры не приведены. При условии, чтобы почвенная вода доходила до канав в течение недели, получим вычислением из предыдущей таблицы следующие наибольшие расстояния до канав:

Глинистый чернозем	14 м
Тяжелый перегнойный суглинок	9 "
Серый суглинок	10 "
Легкий суглинок	25 "
Супесь	55 "
Слабоглинистый песок	430 "

Расстояния между канавами будут величины вдвое большие. Действительная скорость движения воды в почве вероятно менее полученной лабораторным путем.

Инж. Лембке („Движение грунтовых вод и теория водосборных сооружений“, журнал „Инженер“, 1886 г.) считает скорость грунтовой воды при уклоне 0,001 и скважности грунта 25% по объему следующей:

Средний песок с диаметром частиц 0,5 мм	0,218 м в сутки
Мелкий песок с диаметром частиц 0,25 "	0,0474 " " "
Мелкий глинистый песок	0,01350 " " "

Инж. Цимбаленко („Кяризы Закаспийской области“) полагает, что скорость движения грунтовой воды в водопроницаемых конгломератах окрестностей Ашхабада не превышает 4 м в сутки при значительном напоре. Толкмиту считает, что скорость грунтовой воды в хорошо проницаемых песчаных почвах и при больших уклонах — до 1 м в час, в проницаемых же почвах достигает всего 1 м в сутки. Скорость движения воды в торфяной почве по Толкмиту составляет всего 40—60 мм в час, а в глинистых 10—20 мм.

Проф. Черепашинский („Водоснабжение“) приводит таблицу количества воды в литрах*, протекающей в сутки через сечение в 1 м², при уклоне 0,01, в песках:

Пористость в процентах	Диаметр зерен в мм				
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
20	50,56	206,42	464,78	843,40	1 298,65
25	62,88	257,0	580,97	1 052,59	1 599,39
30	75,18	306,21	697,17	1 216,63	1 941,14
35	84,75	360,89	813,36	1 435,35	2 105,13
40	101,16	412,83	929,56	1 641,4	2 569,96

Сделав соответствующие вычисления по формуле

$$Q = a \cdot v \cdot F,$$

где

a — пористость = 0,20 — 0,40,

v — скорость воды,

F — площадь сечения,

получаем из предыдущей таблицы скорость воды в сутки в метрах:

Пористость в процентах	Диаметр зерен в мм		
	0,1	0,2	0,3
20	} 0,25	} 1,03	} 2,33
25			
30			
35			
40			

По анализам Раманна химический состав воды из различных частей одного и того же болота оказывался весьма различным, что свидетельствует о крайне медленном движении воды в болоте. Кузнецов („Озера и болота Московской и Владимирской губерний“, „Землеведение“ 1910 года, книга 2-я) описывает озеро Луково площадью 22 га в 8 км от города Богородска; на озере имеется остров, в середине которого оказывается другое озеро, причем уровень воды в нем был на 1 м выше, чем во внешнем;

* У Черепашинского в ведрах на кв. фут.

этот пример также свидетельствует о ничтожной скорости просачивания воды через нетронутый грунт.

По опытам, произведенным при работах по водоснабжению гор. Маннгейма, вода в песчаном водоносном слое, при уклоне 0,00055, передвигалась со скоростью 1,2 м в сутки*.

По формуле Газена (Hazen) скорость просачивания воды через грунт в метрах в сутки:

$$v = c \cdot d^2 \cdot \frac{h}{l} \left(\frac{210 + 9t}{300} \right).$$

В этой формуле означает:

c — постоянное число, равное (почти) 1 000,

d — диаметр песчинок в миллиметрах,

t — температура в градусах Цельсия,

h — падение,

l — расстояние.

Пренебрегая незначительным влиянием температуры, можно поставить для d от 0,1 до 0,3 мм.

$$v = 1000 \cdot d^2 \cdot \frac{h}{l}.$$

Согласно этой формуле скорость движения воды в песке величиною частиц в 0,3 мм и при уклоне поверхности грунтовых вод в 0,002 будет:

$$v = 1000 \cdot 0,3^2 \cdot 0,002 = 0,18 \text{ м в сутки.}$$

Приведенные выше данные скорости движения воды относятся, как видим, почти исключительно к почвам песчаным и находящимся в других условиях. Свойства торфяных почв в естественных условиях резко отличаются от почв минеральных как по химическому и механическому составу, так и по отношению к воде.

По указанным в начале главы опытам Я. Гетманова скорость движения воды в моховом и травяном торфе, длительное время насыщаемом водою, приближается к нулю.

Различные роды торфа обнаруживают все же различную водопроницаемость. Чем больше в торфе минеральных веществ, тем его водопроницаемость больше, поэтому на болотах травяных влияние канав и сказывается сильнее, чем на болотах моховых.

Изложенное о скорости движения воды может навести на заключение, что осушительные каналы вовсе не могут отводить грунтовой воды с торфяного болота; в действительности же, как ранее указано, понижение воды весьма заметно. Дело вероятно в том, что вода и в торфяной массе пробивает себе ходы, по которым и идет свободно к каналам. Следовательно практически вода доходит до канав в гораздо более короткое время, чем то следует по вычислениям из лабораторных опытов. На это наводит еще и следующее наблюдение на Раменской гидрометрической станции: 1 апреля 1909 года через водомер на Макаровском канале шло 0,29 м³ воды в 1 сек., а между тем нигде на всем протяжении сети канав вода не влива-

* Sonne und Esselborn, Elemente des Wasserbaues.

лась в них с поверхности болота, а вся поступала просачиванием через откосы и дно канав; протяжение всех каналов в бассейне Макаровского канала у водомера составляет 12 354 м, проходят они, за немногими исключениями, целиком в торфяном грунте, средняя глубина их около 1 м, следовательно площадь откосов, через которую вода просачивалась в каналы (считая в вертикальной плоскости), равна $12\,354 \times 1 \times 2 = 24\,708 \text{ м}^2$, площадь дна каналов, через которую также происходит поступление грунтовой воды, равна около $1 \times 12\,354 = 12\,354 \text{ м}^2$, расход воды 0,29 м³ в 1 сек. равен расходу 25 050 м³ в сутки, вся же эта вода просочилась через площадь $24\,708 + 12\,354 = 37\,062 \text{ м}^2$, откуда скорость движения воды в торфе

$$v = \frac{25\,050}{37\,062} = 0,7 \text{ м в сутки,}$$

причем пористость торфа была неизвестна.

Если же принять например пористость эту в 20%, то скорость вычислится в 3,5 м в сутки.

Влагоемкость. Следующее важнейшее свойство почвы есть влагоемкость. Влагоемкость почвы характеризуется весовым количеством воды, удерживаемой почвою в порах, выраженным в процентах от веса сухой почвы.

Если все поры почвы заняты водою, то такую влагоемкость называют полную, а почву — насыщенной влагою.

В курсе почвоведения проф. Сибирцева указана следующая полная влагоемкость почвы:

	В процентах
Глинистый чернозем зернистой структуры	43,73
Тяжелый перегнойный суглинок	35,25
Серый суглинок	31,96
Светло-серый легкий суглинок	34,48
Супесь	21,72
Слабглинистый песок	18,8
Торф травяной и лесной	300—700
Торф моховой	до 1000

По данным Танфильева* влагоемкость моховых торфяников достигает 1 200—1 500% веса сухого торфа.

В очерке работ Западной экспедиции по осушению болот приводятся следующие данные: 100 частей высушенного на воздухе торфа с территории ныне Белорусской ССР поглотили воды:

Торф чистый мелковолокнистый, содержащий золы 8,64%, — 501,2 части; торф крупноволокнистый, содержащий золы 12,7%, — 308,0 частей. Торф, содержащий 15,1% золы, поглотил 272,9 частей воды, содержащий 12,84% золы, поглотил 150,0 частей воды, содержащий золы 9,12%, поглотил 116,5 частей воды, торф чистый мелковолокнистый — 650 частей воды.

Из приведенных цифр ясно, что чем менее торф содержит минеральных веществ, тем влагоемкость его больше; торф моховой беднее всего минеральными веществами, и его влагоемкость наибольшая. По опытам Вольни три типичные почвы: торфяная, глинистая и песчаная при равных условиях

* „Болота и торфяники Полесья“.

поглощают в одно и то же время, при толщине слоя почвы в 30 см, следующее количество влаги:

	Всего см ³	В мм атмосфер. осадков	В процентах атмо- сфер. осадков в те- чение вегетацион- ного периода
Торф	5 091	120,7	24,1
Глина	4 493	112,3	22,4
Песок	1 798	44,9	8,8

т. е. торф задержал в себе $\frac{1}{4}$ атмосферных осадков в течение вегетационного периода, а песок — $\frac{1}{12}$.

По другим опытам Вольни поглощенное количество влаги:

	В процентах	
	По объему	По весу
В торфе	74,59	253,70
„ глине	58,13	55,91
„ песке	37,62	26,07

Таким образом в то время, когда минеральные почвы уже заболачиваются, болотные почвы еще насыщаются влагой. Из таблиц водопроницаемости и влагоемкости также ясно обнаруживается, что чем влагоемкость больше, тем водопроницаемость меньше.

Капиллярность. Просочившаяся вглубь почвы вода может снова в том же месте или пройдя некоторое расстояние в горизонтальном направлении подняться по мелким промежуткам в почве к поверхности ее, как поднимается вода вверх по положенному на мокрое место куску сахара; такое движение воды по мелким промежуткам почвы называется капиллярным движением воды, самые промежутки называются капиллярными, а способность почвы поднимать, всасывая в себя, воду — капиллярной или водоподъемной способностью. Водоподъемная способность почвы характеризуется тремя факторами: высотой, быстротой и количеством воды. Общие положения капиллярности формулированы в курсе почвоведения Н. М. Сибирцева в следующем образом:

1) в зернистых почвах, где преобладают более широкие поры, вода поднимается быстро, но на небольшую высоту. Если диаметр механических элементов почвы 2 мм, то капиллярного поднятия влаги уже почти не замечается;

2) в мелкоземистых и уплотненных почвах вода поднимается медленнее, но выше. Почвы, состоящие из частиц от 0,05 до 0,1 мм диаметром, могут поднять воду до 2 м. Так как эта цифра должна считаться почти предельною, то ею указывается степень или норма непосредственного питания почв влагой на счет грунтовых вод. Но в иловато-пылевых почвах вода останавливается гораздо ниже, будучи задержана воздухом;

3) в сухих почвах вода поднимается медленнее, чем во влажных (или сначала медленнее, а потом, когда стенки пор увлажняются, быстрее);

4) если строение почвы таково, что нижние горизонты рыхлые, а верхние плотны, то влага легко поднимается вверх, и, наоборот, поднятие прекращается, если за узкими порами следуют сверху более широкие;

5) если почва состоит из механических элементов различного диаметра, то более широкие поры перемежаются в ней с более узкими; иначе сказать, такая почва пронизана редными четочными ходами. Вода поднимается в ней по сети узких пор, останавливаясь перед широкими;

6) при постоянном притоке воды снизу и при незначительной мощности мелкоземистого слоя последний может напитаться капиллярною влагой почти до полного насыщения, но степень напитывания убывает сверху, если мощность мелкоземистой массы значительна.

Перельс („Handbuch des Landwirtschaftlichen Wasserbaues“) дает следующие цифры высоты подъема воды в почвах капиллярными силами:

Крупно-песчаная	от 0,25 до 0,30 м
Суглинистая	0,45 „ 0,60 „
Глинистая	1,00 „ 1,25 „
Торфяная	— „ 6 „

Ничтожная проницаемость, громадная влагоемкость и значительная капиллярность моховых торфяных почв вызывают то явление, что рядом с осушительными канавами уровень грунтовой воды на глубоком болоте стоит на одном горизонте с поверхностью земли, тогда как на мелком болоте влияние канав на уровень грунтовой воды заметно достаточно хорошо. Поэтому для достижения одинакового понижения уровня грунтовой воды сеть осушительных канав в торфяном грунте при прочих равных условиях должна быть чаще, чем в грунтах минеральных. С другой же стороны, торфяные почвы обладают свойствами, которые заставляют быть очень часто осторожным в назначении густой сети осушительных канав; по наблюдениям Вольни чем более влагоемкость почв, тем более и испарение влаги с них; с торфяной почвы, обладающей помимо большой влагоемкости и большою капиллярностью, испаряется поэтому влаги более, чем с других почв; при отсутствии притока воды со стороны торфяная почва высохнет быстрее глинистой; при засухе торфяной грунт, в особенности обработанный, обращается в сухую пыль, трудно затем смачиваемую.

Переосушенная торфяная почва обращается в мертвую бесплодную поверхность и может уподобиться летучим пескам, засоряя близлежащие местности.

Способность почв отдавать поглощенную воду корням. Далее важно еще свойство почвы, влияющее на определение расстояния между канавами в сторону, противоположную влиянию проницаемости и капиллярности: это — способность почв отдавать поглощенную воду корням растений; растение не может взять из почвы всю заключающуюся в ней воду, оно гибнет ранее полного высыхания почвы; по Габерландту растение начинает увядать, когда почва содержит воды 20% от ее полной влагоемкости, именно:

В зернисто-песчаной почве растение гибнет при содержании в почве	1,5—2%	воды по весу.
В глинистом песке при	3—5%	" " "
" суглинке при	7—10%	" " "
" торфяной почве при	40—50%	" " "

Вся влага ниже указанных пределов есть „мертвый запас“.

По Фоглеру для удовлетворительного роста растений содержание влаги должно быть:

В песчаной почве	10%
" суглинистой	20%
" глинистой	35%
" луговой болотной	65%
" моховой болотной	70%

Таблицы показывают, что торфяные почвы не следует осушать до такой степени, до которой это полезно для других почв: так, 40% воды почву суглинистую пересыщают, растение страдает от избытка влаги, и те же 40% воды в почве торфяной уже вызывают увядание растения от недостатка влаги: торф не отдает корням эту воду. Последнее явление может быть объяснено не только трудностью извлечения этой воды из торфа, но и трудностью поступления ее в растение, так как вода, насыщающая торфяник, есть коллоидальный раствор органических веществ, из которого растение высасывает лишь минимум воды, подвергаясь опасности быть отравленным; чем меньше воды, тем ядовитее раствор.

Чем больше влагоемкость почвы, тем опаснее переосушение ее. В годы засушливые растения выгорают прежде всего на торфяной почве, и урожай сена на болотах в эти годы ничтожен, а вдоль канав травы вовсе не оказываются. Это явление известно людям практики, и часто оно тормозит осушение болот; это же обстоятельство делает правильную осушку болот, в том числе и установление расстояния между канавами, задачей более трудной, чем на почвах минеральных, и до сих пор решается ошупью.

Тепловые свойства торфяной почвы. Вследствие своего черного цвета поверхность сухой открытой торфяной почвы сильнее нагревается солнечными лучами, чем почва минеральная, и растения на торфяной почве, в особенности с нарушенной обработкой структурой, более подвержены опасности выгорания.

Вследствие очень плохой теплопроводности торфа нагревание и охлаждение поверхности его лишь медленно передаются вглубь, и более частые ночные заморозки на поверхности торфяного болота объясняются именно этим: быстрая потеря тепла верхним слоем торфа не пополняется имеющимся запасом тепла в нижних слоях. По той же причине зимою торфяные болота промерзают на меньшую глубину, чем почвы минеральные, но, несмотря на это, оттаивают весною позднее.

Наконец, вследствие большого содержания воды, испарения ее и пополнения испарившейся с поверхности воды водою из нижних слоев силою капиллярного поднятия ее, влажная болотная почва остается холодной.

Итак накаливание солнцем сухой поверхности и охлаждение вследствие испарения во влажном состоянии являются причинами больших колебаний температуры торфяных почв.

ОСАДКА ТОРФА

Особенным, не присущим минеральным почвам, свойством торфяных почв является способность их сильно изменяться в объеме в зависимости от содержания воды и давления на них. Означенное свойство является весьма важным при проектировании всякого рода работ на болотах; новые осушительные каналы через два-три года значительно уменьшаются в глубине; мосты, водоспуски и прочие сооружения на вбитых в подпочву сваях после оседания болота оказываются как бы выдвинувшимися из болота.

Чем менее торф содержит воды, тем больше весит сухое вещество его в единице объема, т. е. тем плотнее сдвигаются волокна его. Независимо от давления на него торф, как губка, сжимается и разбухает от высыхания и смачивания.

Приблизительное представление дают опыты, произведенные инж. Янковским при составлении проекта осушения болот по Днестру*; для означенной цели были вырезаны три пробы из зыбучего мохового болота.

Первая проба высотой 0,80 м взята в месте, где вся глубина торфа была 2,00 м; поперечное сечение пробы 0,40 × 0,40 м. Проба была уложена в деревянный ящик. По мере высыхания высота пробы уменьшалась так:

7 сентября 1892 г. во время взятия пробы высота ее	0,80 м
24 " 1892 "	0,68 "
23 октября 1892 "	0,62 "
21 " 1894 "	0,52 "

Осадка торфа за 25½ месяцев составила $\frac{0,28 \times 100}{0,80} = 35\%$.

Вторая проба высотой 0,90 м с болота с общей глубиной торфа 2,6 м:

27 сентября 1894 г. во время взятия пробы высота ее	0,90 м
20 апреля 1895 г.	0,68 "
Осадка торфа за 7 месяцев	25%

Третья проба высотой 0,85 м с болота глубиной торфа 1,0 м:

В мае 1894 г. высота	0,85 м
" октябре 1894 г. высота	0,72 "
Осадка торфа за 5 месяцев	15%

Приведенные цифры указывают на значительную осадку мохового торфа преимущественно от высыхания, так как давление верхней части столба на нижнюю здесь имело небольшое значение; хотя сведений о влажности торфа в момент наблюдения не приведено, но по времени наблюдений возможно полагать, что последнее наблюдение производилось над торфом в воздушно-сухом состоянии его.

Многочисленные наблюдения над уменьшением объема торфа от одного лишь высыхания его сделаны при разработках торфа на топливо. Кусок только что вырезанного из болота торфа размером 35 × 13 × 13 см после высушивания на воздухе до содержания 25% влаги изменяет свои размеры следующим образом:

* A. Kornella, Die Entwässerung der Moore für Kulturzwecke, 1905 г.

Первоначальная влажность куска торфа в процентах	Линейное уменьшение ребер	Объемное уменьшение куска	Д л и н а к у с к а	
			до высуш. в см	после высуш. в см
95	в 1,9 раза	в 7 раз	35	18,47
90	" 1,7 "	" 5 "	35	19,55
85	" 1,5 "	" 3,4 "	35	22,17

В природе осадка на канализованных болотах вызывается сжатием торфа не только от высыхания его, но повидимому главным образом от увеличения давления верхних слоев торфа канализуемого болота на нижние, т. е. сжимаются не только осушаемые слои торфа, но и ниже их лежащие.

Сущность этого явления состоит в следующем. Неканализованное торфяное болото большую часть года бывает обычно пересыщено водою на-



Рис. 77а.

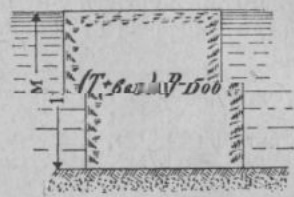


Рис. 77б.

столько, что торф может рассматриваться в нем как тело, погруженное в воду и теряющее в своем весе столько, сколько весит объем вытесняемой им воды (рис. 77). Если:

- вес единицы объема сухого торфа обозначить через T ,
- " поглощаемой им в силу влагоемкости воды через $b_{вл.}$,
- " объема вытесняемой им воды через $V_{об.}$,

то вес такого куска торфа в воде, т. е. давление его на нижележащий слой, выразится:

$$D = (T + b_{вл.}) - V_{об.}$$

В частном случае, если вес сухого вещества куб. метра травяного торфа $T = 200$ кг, вес поглощенной торфом воды $b_{вл.} = 900$ кг (450%), вес вытесняемой воды в пересыщенном болоте $V_{об.} = 1000$ кг (куб. метр), то

$$D = (200 + 900) - 1000 = +100 \text{ кг.}$$

Часть $(T + b_{вл.})$ оказывается иногда менее, чем $V_{об.}$ (вес вытесняемой воды); в этом случае, понятно, верхний слой торфа в пересыщенном водою болоте оказывается плавающим, получается зыбучее болото с волнующимся под тяжестью человека покровом. Например, если на моховом болоте $T = 80$ кг, $b_{вл.} = 800$ кг (1000%), $V_{об.} = 1000$ кг, то

$$D = (80 + 800) - 1000 = -120 \text{ кг.}$$

В нашем примере вес 1 м³ насыщенного водою торфа равен 1100 кг, т. е. куб. метр тела, состоящего из легких растительных остатков и воды, оказывается больше веса куб. метра чистой воды. Но это странно лишь на первый взгляд. Дело в том, что растительные остатки и дерево имеют лишь кажущийся удельный вес меньше воды, так как сухое дерево состоит из клеток, наполненных воздухом. Действительный же вес древесинного вещества, за исключением всех пор, в 1,5 раза более веса воды. Поэтому если все поры древесины насыщены водою, то древесина становится тяжелее воды и тонет в ней. Торфовед Гаусдинг указывает действительный вес куб. метра сырой торфяной массы от 1300 до 650 кг.

С проведением осушительных канав начинается удаление воды с болота, и условия давления торфа резко изменяются; при этом по характеру изменения торфа возможно различить три стадии процесса осушения:

1) Отвод верховой воды с болота; в это время давление торфа на нижележащие слои остается без изменения, так как до момента стока всей поверхностной воды торф остается телом, погруженным в воду, и давление выражается той же формулой

$$D = (T + b_{вл.}) - V_{об.}$$

Значит, никакого уплотнения торфа в этой стадии осушения не происходит, и если часть торфа была приподнята ранее водою, то произойдет лишь опускание поверхности болота, если же насыщенный торф был тяжелее воды, то не произойдет и опускания. Эта стадия иллюстрирована на рис. 77б.

2) Понижение грунтовой воды в болоте; с началом этой стадии отвода воды условия давления торфа резко изменяются. Насыщенный до полной влагоемкости торф хотя еще и остается очень богатым водою, но уже не будет в условиях тела, погруженного в воду, и потому обнаруживает давление на нижние слои не только своим весом, но и весом той воды, которая удерживается им силою влагоемкости, т. е.

$$D = (T + b_{вл.}),$$

причем глубина грунтовой воды изменяется от 0 до h (глубина болота). Это давление будет тем больше, чем на большую глубину опустится грунтовая вода (рис. 78).

В принятом нами ранее примере при понижении грунтовой воды на $x = 1$ м ниже поверхности болота давление слоя торфа в 1 м выразится:

$$200 + 900 = 1100 \text{ кг,}$$

т. е. увеличится в одиннадцать раз по сравнению с давлением при пересыщенном водою состоянии болота; при промежуточном понижении на полметра, $x = 1/2$ м (рис. 78), верхняя половина будет давить весом:

$$D^1 = (100 + 450) = 550 \text{ кг,}$$

нижняя половина (в воде):

$$D^2 = (100 + 450) - 500 = 50 \text{ кг.}$$

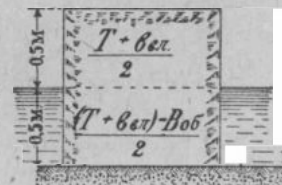


Рис. 78.

Общее давление выразится:

$$550 - (-50) = 600 \text{ кг.}$$

3) Высыхание торфа испарением воды, удерживавшейся в нем силою влагоемкости, начинается вслед за опусканием грунтовой воды. При этом вследствие уменьшения Δw уменьшается и давление торфа на нижние слои (рис. 79). В нашем примере при глубине торфа в 1 м при начале стадии давление будет:

$$\Delta p = 200 + 900 = 1100 \text{ кг,}$$

при конце, т. е. при полном высыхании,

$$D = 200 \text{ кг,}$$

т. е. давление в этот период уменьшается до по-

остается насыщенным водою, и потому осадки его не наблюдается; при приближении к канаве уровень грунтовой воды понижается, давление торфа увеличивается, наблюдается осадка торфа все большая и большая по мере приближения к канаве, — это 2-я стадия. Затем близ канавы, где уровень грунтовой воды стоит низко, и верхние слои торфа высыхают вследствие испарения влаги, давление торфа становится меньшим (3-я стадия), и потому осадка торфа возле достаточно глубокой канавы окажется меньшей, чем на некотором расстоянии от канавы (рис. 81).

Действительные величины осадки болот за границей и у нас оказываются следующими.

По сообщению Крюгера моховое болото в устье Эльбы (Kehdinger Moor) село через 1½ года после осушения на 0,70 м при глубине торфа 4,5—7 м, а через 15 лет после осушения село уже на 1,21—2,67 м*.

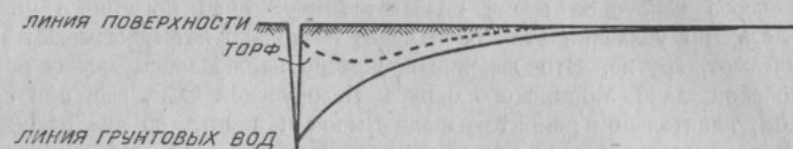


Рис. 81.

Осадка одного из участков осушенного болота в Галиции (Stojanower Sümpfen) за семь лет составила в среднем 0,35 м при глубине торфа на болоте 2,5—8 м и глубине каналов в среднем 1,20 м**. Моховое болото, глубиной в среднем 10 м и содержащее 95% воды, по наблюдениям Крюгера село вдоль канала за 14 лет на 295 см, причем оно садилось равномерно в течение первых 6 лет, в следующие же годы осадка была весьма мала.

Крюгер принимает вообще, что моховое болото садится после осушения для целей культуры в Северной Германии на 10—25% глубины болота. Инженер Корнелла принимает осадку болот в общем в 20—50% глубины канав. В книге „Очерк работ Западной-экспедиции“ указывается, что осадка верхнего слоя болота на следующий год после канализации составляет от 10 до 55% глубины канав.

По наблюдениям на Новгородской болотной станции низинное, слабо разложившееся болото, с толщею торфа 0,9—1,5 м, садилось на 2—8% от глубины торфа за год; осадка, начиная от канавы и до ¼ ширины грядки, увеличивалась, а затем уменьшалась к середине грядки.

По наблюдениям в Подборовской лесной даче, под городом Псковом, моховое болото мощностью 4,6 м под влиянием канавы глубиной 2,25 м осело за 25 лет на 0,46 м, что составляет 10% от первоначальной глубины; в некоторых местах той же дачи осадка дошла до 15%.

Ежегодные наблюдения над осадкою мохового торфа производятся на осушенной части Горецкого болота Оршанского округа; по полученным от

* Н. Lande, Eine Staatliche Besiedelung im Kehdinger Moor, 1907.

** А. Kornella, Die Entwässerung der Moore, 1905.

Х. Писарькова материалам можно составить следующую таблицу, характеризующую там осадку за три года, при первоначальной глубине канав в 1,06 м.

Нижеприведенная таблица указывает, что на моховом болоте в Горецкой даче за три года: 1) чем дальше от канавы, тем меньше была осадка торфа, 2) чем глубже торф, тем осадка была абсолютно больше, 3) чем глубже торф, тем осадка была процентно меньше.

Осадка мохового болота в Горецкой лесной даче за три года после осушения

№ линий	Глубина торфа в м	Расстояние от канавы в м				Средняя осадка по линии	Осадка в процентах от глуб. торфа	Примечание
		2,1	6,4	12,8	21,3			
		Осадка торфа в см						
1	0,9	7	8	5	5	6,25	6,9	Выписаны лишь те линии наблюдений, которые находятся на полосах между осушительными канавами при расстоянии между канавами в 100—200 м.
2	0,9	—	8	7	5	—	—	
3	1,3	7	5	9	4	6,25	4,8	
4	1,5	8	6	7	9	7,50	5,0	
5	2,1	19	10	0	2	7,75	3,7	
6	2,2	24	12	7	2	11,25	5,3	
7	2,2	24	15	5	5	12,25		
8	2,5	23	11	6	2	10,50	4,0	
среднее в см—		16,0	9,4	5,8	4,2	—	—	—
Осадка в процентах от первонач. глубины		9,5	5,5	3,4	2,5	—	—	—

По наблюдениям на Рудня-Радовельской болотной станции* средняя величина осадки вдоль главного канала равна 35% от первоначальной глубины в 3,0 м. Наибольшая осадка в отдельных пунктах достигла 60%.

* Итоги работы Рудня-Радовельской станции за 1923 г. Статья И. Келля 1927 г.

† Дубих А. и Спарро Р. Осушение болот.

ГЛАВА ПЯТАЯ

РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ КАНАВАМИ

Первым вопросом, возникающим при составлении проекта осушительных работ и требующим притом, как указано выше, решения еще во время производства изысканий, чтобы иметь возможность, не выезжая с места работ, произвести и трассировку канав, является вопрос о расстоянии, на котором следует проводить одну осушительную канаву от другой.

Расстояние между осушительными канавами определяет собой интенсивность канализации или, по терминологии, введенной А. Костяковым*, степень канализации, под которой разумеется длина осушительной сети, приходящаяся на единицу площади:

$$\text{степень канализации} = \frac{\text{протяжение канав}}{\text{осушаемая площадь}}$$

В это выражение удобно подставлять протяжение каналов в км, осушаемую площадь в км².

При решении вопроса о расстоянии между канавами нет и не может быть дано категорического ответа, как это и вообще имеет место в случаях, когда на решение вопроса оказывают влияние условия естественные, агрономические и экономические. Каждый из этих разнородных факторов предъявляет свои требования, идущие часто в разрез с требованиями другого фактора; среднее, наиболее рациональное решение будет различно в различных условиях. При этом следует иметь в виду, что влияние и каждого фактора, даже отдельно взятого, также не всегда твердо установлено.

Расстояние между канавами должно устанавливаться в зависимости от ряда факторов: цели осушения, климата, свойств почвы, притока воды со стороны, движения грунтовой воды, глубины канав и уклона поверхности болота, цен на продукты. Главнейшее значение имеет цель осушения.

ВЛИЯНИЕ ЦЕЛИ ОСУШЕНИЯ

Осушение земельных участков может производиться в различных целях:

- 1) прекращения ежегодного увеличения площади заболачивания;
- 2) отвода с участка верховой воды для получения доступного сенокоса;
- 3) понижения уровня грунтовых вод для улучшения условий произрастания луговых трав или полевых хлебов;
- 4) лесовозобновления и улучшения роста существующего леса или предотвращения гибели его;
- 5) улучшения путей сообщения и создания путей для сплава леса;

* А. Н. Костяков, Основные элементы расчета осушительных систем, 1916 г.

6) облегчения выработки торфа;

7) улучшения санитарных условий района: предохранение от порчи воды в колодцах вследствие высокого стояния воды на болоте.

Различные растения предъявляют разные требования к высоте стояния грунтовой воды; так, для луговых растений можно считать наиболее благоприятным стояние грунтовой воды на 0,5 м ниже поверхности земли*. На полях наиболее благоприятен горизонт воды на 0,75—1,25 м ниже поверхности земли, в садах на 1,0—1,3 м. Сведения же о том, при каком расстоянии между канавами достигается нужное понижение грунтовой воды или даже на какое расстояние в сторону распространяется влияние осушительной канавы, весьма скудны. В книге „Очерк работ Западной экспедиции по осушению болот“ и некоторых других предполагается, что таковое влияние на торфяном болоте распространяется на 500 м в каждую сторону, т. е. канава осушает полосу шириною в 1000 м.

По наблюдениям инженера Корнелла в Галиции** на болоте в Dęwnia в бассейне реки Буга влияние канавы глубиною 0,70 м при глубине торфа 1—2,5 м, лежащем на песке, на уровень грунтовой воды распространялось на 140 м в сторону. Торф травяной, золы 10%. На другом же болоте в Peratyn, в бассейне реки Стырь, при глубине торфа 5 м влияние канавы глубиною 1,13 м заметно распространялось не более 10 м от канавы. Торф на непроницаемом суглинке, мало разложившийся, с притоком грунтовой воды по сторонам.

По наблюдениям Флейшера 1888—1889 гг. влияние канавы в торфяном болоте совершенно прекращалось на расстоянии 200 м.

По наблюдениям на Раменской гидрометрической станции Московской губернии в самое неблагоприятное время, именно весною, влияние канала глубиною 1 м на грунтовые воды в торфяном грунте распространяется в сторону весьма заметно на 120 м и едва заметно на 220 м. В Оршинской даче бывш. Тверской губернии на моховом болоте влияние канав на грунтовую воду весною почти не обнаруживается, т. е. вблизи канавы вода стоит в уровень с поверхностью болота.

В настоящее время имеется значительное число наблюдений над расстоянием действия канав, подтверждающих в общем вышеприведенные цифры.

Цель осушения имеет главнейшее значение при проектировании осушения угодий. Если мелиорация производилась в предположении получения естественного луга, удобного для уборки, то посев трав здесь окажется, понятно, вымокшим; наоборот, если болото осушалось для посева на нем затем луговых трав, но посева почему-либо не произведено, то такое болото после прорытия канав окажется переосушенным, и урожай естественного сена с него понизится: мелиорация окажется убыточной.

Мелиоратор при проектировании работ должен всегда уяснить себе род предполагаемой эксплуатации угодия после мелиорации и в пояснительной части проекта указать ясно, для чего проектирована им сеть канав.

Однако необходимо отметить, что род эксплуатации болота после осушения нельзя всегда установить заранее и дать его гидротехнику как ос-

* Усов в книге „Культура болот“ дает 53 см, Остафьев (Осушение болот) — 53 см, Колесов — 53—70 см, венский проф. Фридрих (Kulturtechnischer Wasserbau) — 0,5—0,75 м, австрийский инж. Корнелла (Die Entwässerung der Moore) — 0,30—0,50 м, Гаске для Сев. Герм. — 0,5 м, Флейшер (Die Anlag- und die Bewirtschaftung von Moorwiesen und Moorweiden) для лугов — 0,5 м, для пастбищ — 0,60—0,80 м.

** „Die Entwässerung der Moore“, 1905.

новное положение. Род эксплуатации связан с определенным понижением уровня грунтовых вод, величина же технически возможного и экономически выгодного понижения грунтовых вод выясняется после производства гидротехнического обследования.

Такое обследование может иногда выяснить, что понижение грунтовых вод на лучшую для роста культурных растений глубину вообще невозможно вследствие высокого стояния воды в прилегающей реке или что в весеннее время угодие покрывается разливом реки, грозящим размыть вспаханную дернину и т. п.; поэтому степень осушения зависит от рода предполагаемой эксплуатации угодия, но и род эксплуатации зависит от возможной технической степени осушения. Более того, и на угодиях, осушение которых технически возможно для всякой культуры, необходимо взвесить экономическую выгоду всякой комбинации. Например обращение болотистого луга под пашню требует равномерного понижения грунтовой воды на 0,75—1,25 м, стоимость этого понижения по местным топографическим условиям (необходимость пересечения водоотводной канавою песчаных бугров и т. п.) может оказаться столь высокой, что окажется более рациональным ограничиться более мелкими канавами и обратить угодие в посевной культурный луг. Поэтому ни агроном, ни гидротехник не могут заранее давать друг другу категорических определенных заданий: работа их на мелиорируемом угодии переплетается, а иногда и сливается во времени, и лишь после подробного обследования площади и выяснения всех технических возможностей те или иные задания при совместной работе гидротехника и агронома могут быть установлены.

Большая часть значительных осушительных работ произведена на болотах. Западная экспедиция работала исключительно на болотах и притом на таких, которые были трудно доступны и дотеле часто совершенно не эксплуатировались; весенняя вода стояла на них до конца мая, после чего они были доступны только пешеходам; проезд и пастьба скота летом возможны были только по некоторым отдельным местам; осушение таких пространств имело целью превратить их в доступные сенокосы, что достигалось отводом только верховой воды, грунтовая же вода в сырое время стоит на таких сенокосных и лесных болотах и после осушения в уровень с поверхностью. Весною эти пространства часто попрежнему сплошь затоплены водой. Растительность таких осушенных болот остается в значительной части болотную же.

Для получения указанных результатов, т. е. обращения недоступных обширных торфяных болот в сырые естественные сенокосы, признается достаточным назначать боковые канавы на расстоянии 600—1000 м одна от другой при глубине 1—1,2 м. Примером образования значительных естественных луговых пространств после проведения на указанном расстоянии осушительных канав является ряд лесных дач Белоруссии: Василевичская, Слаунская, Колковская и много других.

При желании получить на месте мокрого торфяного болота луг, на котором грунтовая вода стояла бы ниже поверхности земли в сырое время года, по которому можно было бы ездить и применять простейшие культурные приемы улучшения состава растительности, как то: удаление мохового покрова, уничтожение кочек, боронование поверхности, посев малотребовательных травяных смесей без оборота пласта, — канавы первоначальной глубиной 1—1,2 м должны проводиться одна от другой на 200—400 м: чаще на глубоком болоте, реже на травяном и мелком болоте;

более частое проведение таких глубоких канав на торфяном грунте грозит уже переосушением, и такое болото без дальнейшей культуры его будет давать сена менее, чем при расстоянии канав в 600 м. Устройство шлюзов на канавах должно уничтожить опасность переосушения, о чем будет сказано подробнее в особой главе.

Осушение с последующим удалением кустарника и кочек через несколько лет после своего осуществления дает иногда очень благоприятные результаты. По данным М. Докукина* на участке Минской болотной станции через 12 лет после осушения торфяника получается естественного сена 2,5 тонны с га; в состав сена входят преимущественно осоки; злаки представлены овсяницей, мятликом и полевицей.

Еще лучшие результаты такого осушения указывает О. Полянская** на Белицком торфянике бывш. Рогачевского уезда. При глубине торфа 2,8 м на выкорчеванном кустарнике собирается 3,2 тонны хорошего сена с га, состоящего на 70% по весу из злаков: вейника, полевицы, мятлика.

Значительная глубина торфа не является препятствием для получения хороших сенокосов; на том же Белицком массиве имеется хороший сенокос при глубине торфа в 3,6 м.

По наблюдениям Лебедевича*** в 1927 году на экстенсивно осушенных болотных сенокосных массивах Белоруссии влияние канав на урожай сена распространялось: в Василевичской лесной даче — на 185 м, на Житковичском болоте — на 85 м, на Туголицком болоте (Бобруйский округ) — на 85 м. Взяв среднее из урожаев травы со всех исследованных площадок, Лебедевич получил следующую шкалу падения сбора травы с удалением от канав:

Расстояние от канав	Урожай в процентах	Заключение
10 м	100	Влияние канав распространялось на 150 м, но падение урожая выразилось лишь 22%.
75 м	92,5	
70—85 м	83	
150—185 м	78,1	

На осушенном и выкорчеванном лугу бывш. Харьковского земледельческого училища на угодье площадью 150 м² собиралось в среднем (за 1888—1889 гг.) по 3,2 тонны хорошего сена****.

Экстенсивное осушение остается особенно целесообразным на низменных заливных лугах, дающих высокие урожаи лучшего сена, при условии быстрого отвода весенних вод.

Следующим этапом с.-х. мелиорации является осушение торфяника под интенсивные культуры, вызывающие необходимость вспашки торфяника; при этом возможно установить три ступени интенсивных культур: многолетний посевной луг, полевые культуры, огородные культуры и сады. Так как болотные опытные станции ведут свою работу почти исключительно на интенсивных культурах, то опыт по этой части в Германии и у нас накопился уже большой. У нас наиболее полные данные имеются за 11 лет по Минской***** и за 10 лет по Новгородской опытным станциям*****.

* Зписки Белорусского ин-та сельского хозяйства за 1925 г.

** Там же, том IV.

*** Неопубликованные исследования Белорусского ин-та сельского хозяйства.

**** А. Колесов, Поемные луга.

***** А. Кирсагова, Анализ урожайности главнейших культур, 1925 г.

***** Отчеты П. Савкина, Вопросы мелиорации и культуры болот, 1926 г.

Из отчета по Минской станции имеем на торфянике следующие данные об урожае смеси клевера с тимофеевкой в связи с расстоянием между канавами:

Расстояние между канавами в м	Урожай с га в тоннах				
	Г о д ы			За 1 и 3 гг.	За все годы
	1-й	2-й	3-й		
10	3,22	6,58	3,98	7,20	13,78
32	3,60	5,49	4,95	8,55	14,04
53	3,75	6,00	6,39	10,14	16,14
64	3,36	нет свед.	4,75	8,11	—
160	2,62	"	3,90	6,52	—

Эта выборка и весь остальной материал отчета указывают, что расстояние между канавами в пределах 10—64 м оказывается для смеси клевера с тимофеевкой, по минеральному удобрению, безразличным. При каком расстоянии наступило бы заметное понижение — неизвестно. Даже при 53 м расстояния урожай оказывался за все три года самым большим. Расстояние в 160 м оказалось уже чрезмерно большим.

Бременская смесь из 6 злаковых и 3 бобовых видов дала на Минской станции одинаковый урожай за 6 лет в 24,8 тонны на га при расстоянии между канавами в 32 и 77 м.

На Новгородской болотной станции при глубине канав менее 1 м урожая травяной смеси (клевер красный, тимофеевка, полевица белая, ежа, райграс французский) за четыре года культуры получались в среднем в год с га.

Расстояние между канавами	21 м	4,23 тонны
" " "	43 "	3,92 "
" " "	64 "	4,41 "

Табличка указывает, что до лучшего расстояния между канавами на Новгородской станции еще не дошли.

Корнелла устанавливает для Галиции расстояние между канавами для луговой культуры в 30—100 м, Флейшер в книге „Устройство лугов и пастбищ“ указывает, что при новых осушках болот и при средней степени разложения торфа расстояние между канавами можно принимать в 25—30 м.

Тааке для северо-германских моховых болот рекомендует расстояние между канавами для луговых культур в 60 м.

Вышеприведенные данные дают возможность принять для культуры многолетних трав с вспашкой и с внесением удобрения расстояния между осушительными канавами в пределах 40—80 м, в зависимости от прочих, указываемых далее факторов.

По полевым культурам на торфянике имеем такие данные:

На Минской станции урожай овса по свежей вспашке оказались:

Расстояние между канавами	21 м урожая	1,50 тонн зерна
" " "	32 " " "	1,57 " "
" " "	64 " " "	1,50 " "

Ряд других опытных посевов овса на станции показал, что расстояние от 10 до 64 м разницы в урожае не дает, и лишь 80 м ясно оказывают понижающее действие на урожай.

Весьма интересный результат дала там же семилетняя бессменная культура ржи:

Расстояние между канавами	Сумма урожая за 7 лет в тоннах	Средн. за год в тоннах
32 м	9,35	1,34
64 "	10,52	1,50

Меньшие урожаи ржи при более сильной осушке объясняются А. Кирсановым сильным развитием сорняков, заглушающих культурное растение. Это же явление замечено и на новгородском поле.

Ячмень оказывается более требовательным к осушке, чем овес и рожь, и лучшие урожаи его получались при 32 м расстояния между канавами.

На Новгородской станции урожай зерновых культур за 8 лет оказались:

Расстояние между канавами	Овес в тоннах	Рожь в тоннах
21 м	1,27	0,84
41 "	1,20	0,83
64 "	1,05	0,70

Урожаи зерновых по Новгородской станции оказались значительно ниже, чем на Минской станции; возможная причина этого заключается в том, что на Новгородской станции глубина канав около 0,7 м, а на Минской около 1 м; возможны и другие причины.

Из заграничных указаний по культуре зерновых приведем нижеследующие: Корнелла для Галиции считает для полевой культуры расстояние между канавами в 20—50 м, Тааке для Северной Германии—в 25—30 м.

Приведенные данные приводят к заключению, что расстояние между канавами при культуре зерновых хлебов должно быть в пределах 35—65 м, в среднем—50 м.

По огородным культурам: картофелю, турнепсу, конопле и для льна по данным Минской станции и по другим указаниям можно принять расстояние между канавами в пределах 20—40 м.

Для садов на торфянике, за неимением данных, принимаем предположительно 20—30 м.

Выведенные выше расстояния между осушительными канавами для разных целей осушения могут быть собраны в нижеследующую таблицу (см. табл. на стр. 104).

По росту леса на осушенных площадях мы располагаем еще недостаточным материалом. В настоящее время производятся по этому вопросу значительные исследования в Белоруссии и в Ленинградской области.

На осушенных болотах появляются сосны, березы и осины; сосна появляется обычно на канализованных моховых и переходных болотах, но не идет далеко от канав; корни ее, идущие при обычных условиях роста глубоко в почву, на болоте вследствие близости грунтовых вод развиваются горизонтально, что имеет следствием между прочим малую устойчивость сосны на болоте. Березовые заросли на канализованных болотах, особенно

Цели осушения	Среднее расстояние	Пределы	
		От	До
В метрах			
Для отвода поверхностных вод в целях создания доступных болотных сенокосов и лесов для эксплуатации их в естественном состоянии	800	600	1 000
Для осушения болота с последующей вырубкой кустарника, срезкой кочек, боронованием поверхности и т. п. простейшими улучшениями	300	200	400
Для создания на месте болота многолетнего культурного луга с посевом трав и внесением удобрения, с оборотом пласта или иной разработкой поверхности болота	60	40	80
Для создания на месте болота полевого угодья	50	35	65
Огородного угодья	30	20	40
Для сада	25	20	30

мелких травяных, появляются на значительно больших расстояниях от каналов, болота же с моховым покровом обсеменяются березою лишь возле самой канавы, на валах земли, где имеется вынутая со дна примесь минерального грунта.

Ревизор лесоустройства Э. Шабак следующим образом описывает значение осушения для лесных земель севера*: „Я должен сказать, что главным врагом растительной, животной и человеческой жизни там (бывш. Архангельская губ.) является не холод и не кратковременность вегетационного периода, а вода. Ею, за исключением прибрежных хребтов вдоль водостоков, пропитана вся почва; толстый войлок обыкновенного мохового покрова принял вид одной сплошной плоской губки, до того пропитанной водой, что она на каждом шагу чавкает под ногами; воздух до того насыщен водяными парами, что это пагубно отражается на всей местной жизни. Вместо возможных богатых лугов и ценных лесов перед нами раскидываются бездонные болота, и жалко прозябают покрытые мхом и лишаями таежные калеки с гнилой древесиной...“

Про действие канав в лесу Э. Шабак пишет следующее:

„Действие канав (в Полесье) распространялось в пределах 50—150 саж. в сторону; только в редких случаях самых злостных очень глубоких моховиков (напр. Туровских) не произошло никакого заметного изменения к лучшему, и даже ближайшее соседство около самой канавы сохранило свой прежний мертвый вид.“

В большинстве же случаев ревизия констатировала значительное увеличение площади удобной лесной почвы за счет прежних неудобных пространств“.

Д. Товстолес в пояснительной записке к проекту осушения минеральных почв Охтенской дачи Л. л. и. пишет**:

„Проведенные старые магистрали и канавы последних лет произвели заметное улучшение количества влаги на поверхности в двух случаях: во

* „Лесной журнал“, 1915 г.
сного ин-та“, 1910 г.

первых, если канава была проведена посредине узкого протока и, во-вторых, если она пересекла горизонталь под тупым углом; в последнем случае осушке подверглась нижележащая по направлению склона часть площади, в выше же лежащей на расстоянии 10—15 саж. от канавы, как заметна уже почти никакого действия ее, и вода может стоять на поверхности все лето“.

„Наблюдения показывают, что при слабом склоне и супесчаной почве осушка заметна, как указывалось, лишь на расстоянии 10—15 саж. от канавы“.

„Наблюдения над влажностью площадей, лежащих с низовой стороны канавы, показали, что значительный избыток влаги наблюдается уже на расстоянии 40—50 саж. от канавы на супесчаных почвах и в 30—40 саж. на суглинистых, при уклонах 0,002. Такие нормы и служили придержками при составлении проекта сети“.

Значительные материалы по изучению прироста древесины на пробных площадях в разных расстояниях от канав в настоящее время еще разрабатываются, а некоторые разработанные материалы еще не опубликованы.

Примером значительного действия канав на рост леса может служить Подборовская дача, в 10—15 км от Пскова, где обследование было произведено Сев.-зап. опытной мелиоративной организацией в 1925 году. При глубине торфа 1,5 м и глубине канавы в 1 м действие ее на рост сосны распространилось ясно на 150 м в сторону, что видно из приводимой таблички:

Расстояние от канавы в м	Запас древесины до осушения в возрасте 35 лет	Запас древесины через 25 лет в м ³ на га	Влияние осушения на прирост за 25 лет в м ³
0—25	} 31 м ³	184	121
25—50		166	103
50—75		149	86
75—100		116	53
100—125		84	21
125—150		73	10
150—175		63	—

В Лисинской даче под Ленинградом бывшие торфяные болота обратились в нормальные лесные насаждения*; Цельская и Лапинская дачи Бобруйского округа, Раменская дача бывш. Дмитровского уезда также являются примерами образования леса на болоте.

Можно привести достаточное количество примеров весьма слабого действия канав на рост леса. Туровский лесной массив Мозырского округа, начатый осушением Западной экспедицией с 1877 года, до настоящего времени сохранил облик болота. Район озера Дикого Бобруйского округа остался в результате осушения почти без изменения. Глубокие моховики указанной выше Лисинской дачи остались на некоторой своей части прежними моховиками.

Произведенные осмотры показывают, что прорытая по моховому болоту канава вызывает появление сосны на полосе шириной до 40 м в сторону; далее этого моховое болото остается попрежнему чистым. Но если прорыть

* Кравчинский, Сборник статей „Из Лисинской дачи“, 1916 г.

две параллельные канавы по моховому болоту в расстоянии 80 м одна от другой, то действие каждой из них окажется сильнее, рост сосны будет лучшим, чем при одной канаве (рис. 82).

Имеющиеся по росту леса наблюдения дают возможность прийти к следующим заключениям:

1) На торфе травяного и древесного происхождения, глубиной от 1 до 1,4 м, среднего разложения, подстилаемом песком, действие канавы, дно которой доходит до песка, распространяется на рост леса на значительное расстояние — именно до 500 м.

2) На травяном и древесном торфянике глубиной свыше 1,5 м, когда дно канавы не доходит до подстилающего песчаного горизонта, действие канавы распространяется на 250 м.

3) На моховом торфянике среднего разложения, глубиной 1—1,4 м, на песчаной подпочве, действие канавы, дно которой доходит до песчаного горизонта, простирается на расстояние до 300 м.

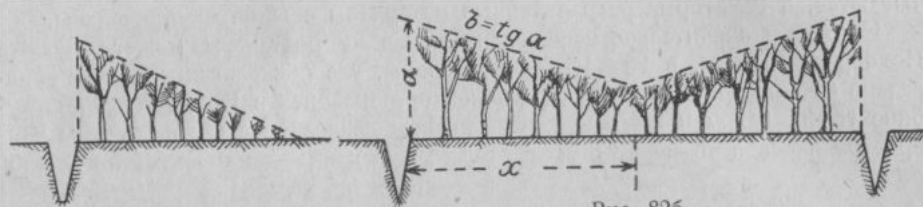


Рис. 82а.

Рис. 82б.

4) На моховике среднего разложения, глубиной 1,5—2,5 м, дно канавы в котором не доходит до подстилающего песка, действие канавы простирается на 200 м.

5) На слабо разложившемся моховике, глубиной свыше 3 м, действие канавы на рост леса ограничивается полосой до 50 м.

6) Если торф подстилается глиной, то такой торфяник следует приравнять к глубокому, хотя бы дно канавы и достигало глинистого горизонта.

7) Действие канав на рост леса на глинистой почве не может считаться выясненным; имеется основание полагать, что оно простирается на расстояние в 100 м.

Приведенные выше расстояния действия канав соответствуют тому условию, когда имеется сеть канав, изолирующая торфяник от притока воды со стороны. Если же по болоту проведена всего одна канава, к которой вода стекает с неопределенно больших расстояний, то действие такой канавы резко зависит от условий притока воды на болото и от ширины болота.

При осушении болот в целях добывания торфа в основу кладутся совершенно иные соображения; здесь осушительные работы имеют задачей:

1) подготовить поверхность части болота для сушки на нем выработанного торфа; 2) подготовить массу торфа под выработку; последнее должно заключаться: а) в увеличении концентрации сухого вещества в торфе и понижении тем веса единицы объема торфяной массы, б) в увеличении сопротивления болотного грунта установке машин, движению людей и пр.

Осушение болота под выработку торфа производится обычно одной глубокой магистралью, чтобы торфяная масса достаточно освободилась от воды на всю глубину выработки. В этом случае нет оснований опасаться переосушения болота, и потому не повредит делу и густая сеть параллельных канав, не препятствующая движению машин. Обычно заранее проводится

лишь одна магистраль, боковые же канавы роются постепенно во время самой выработки торфа. Здесь обращают внимание лишь на то обстоятельство, чтобы осушению подвергалась лишь та часть болота, которая в ближайшее время, т. е. в данный год, может быть выработана. По окончании сезона выработки торфа магистраль запруживается, чтобы предупредить выветривание торфа. Для подготовки поверхности болота для сушки торфа роются так называемые картовые канавы, глубиной в среднем 0,70 м, разделяющие площадь сушки на „карты“ — квадраты по 40—55 м в стороне.

Для предохранения прилегающих к болоту земель от надвигающегося на них заболачивания достаточно обычно проведения по границе болота одной значительной канавы.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТА

Влияние этого фактора однородно на значительных пространствах, и культуру определенного района не приходится принимать его в соображение при каждом отдельном проекте. Этот фактор, выражающийся преимущественно в количестве осадков, учитывается чаще при определении размеров поперечных сечений каналов, где влияние его может выражаться в цифрах; зависимость же расстояния между канавами от количества осадков может быть формулирована только в самом общем виде: чем более осадков в данном районе, тем гуще, при прочих равных условиях, должна быть сеть каналов. Среднее годовое количество выпадающих осадков в европейской части СССР, не принимая во внимание Кавказа и юго-восточных степных губерний, колеблется от 300 до 650 мм (слой воды в 1 мм на площади 1 га заключает 10 м³).

Среднее годовое количество осадков в бывш. Московской губернии за 1879—1911 гг. (33 года) по исчислениям В. А. Власова (Материалы по климатологии Московской губернии, 1914 г.) равно 536 мм, с колебаниями от 374 до 716 мм.

В бассейне всего верхнего Днепра до гор. Киева по исчислениям Е. В. Оппокова („Режим речного стока в бассейне верхнего Днепра“, 1914 г.) среднее годовое количество осадков за 1876—1908 гг. (33 года) дает слой воды в 559 мм с годовыми колебаниями от 442 до 700 мм, а в бассейне реки Припяти — от 416 до 736 мм.

Из приведенных цифр осадков для районов, захватывающих большую часть СССР, ясно, что правильно взятое расстояние между канавами неизбежно окажется в одни годы слишком малым, в другие — слишком большим для наиболее благоприятного роста растений.

В некоторых случаях влияние осадков компенсируется температурой воздуха; так, северо-восток европейской части СССР беден осадками, но вследствие низкой температуры и малого испарения в этом районе растительность страдает от значительного избытка влаги в почве.

Поэтому следует учитывать совместное действие атмосферных осадков и испарения, а не каждый из этих элементов в отдельности. Совместное значение осадков и испарения выражено А. Костяковым коэффициентами естественного прихода-расхода влаги*, приводимыми в главе „Ширина канав по дну“. Указанные в таблице расстояний между канавами средние величины соответствуют району с коэффициентом прихода-расхода влаги в 1,55 (бывш. Минская губ.). Для районов с большим коэффициентом расстояния уменьшают и наоборот.

* А. Н. Костяков, Перспективы мелиорации, 1925 г.

ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

Род почвы и подпочвы осушаемых угодий влияет на расстояние между канавами как косвенно, ибо от рода почвы зависит в значительной мере способ агрономического использования болота, так и непосредственно, ибо родом почвы обуславливаются скорость движения воды в ней, величина испарения, величина запаса воды в ней и пр.

В главе „Свойства почвы“ изложены необходимые гидротехнику для определения расстояния между канавами сведения о водопроницаемости, влагоемкости, капиллярности и способности отдачи воды корням растений, причем указано, что торф весьма мало проницаем для воды, обладает весьма значительной капиллярной способностью, весьма значительной влагоемкостью и свойством задерживать в себе значительный объем воды без использования ее растениями.

В главе „Движение воды на болоте“ указано, что в торфяном грунте вода движется главным образом лишь в вертикальном направлении (вверх — вследствие испарения и капиллярности, вниз — вследствие силы тяжести и атмосферного давления) в подстилающий водопроницаемый грунт и по нему идет к осушительному каналу.

Из приведенного в предыдущих главах материала вытекают касательно расстояний между канавами в зависимости от свойств почвы следующие соображения:

1) вследствие весьма малой проницаемости торфа для воды и движения ее в нем по вертикальным направлениям расстояние между осушительными канавами на глубоком торфяном болоте, изолированном от притока вод со стороны, имеет значение преимущественно для быстрого отвода верховой воды при таянии снега и ливнях;

2) испарение воды с болота и в связи с этим способность капиллярной подачи воды вертикально вверх оказывают существенное влияние на уровень грунтовых вод в торфяной массе;

3) водопроницаемость торфа в смысле способности пропускать воду в силу тяжести или атмосферного давления в вертикальном направлении вниз и водопроницаемость подстилающего торф грунта оказывают весьма существенное влияние на быстроту понижения воды в торфяном болоте;

4) мощность торфа, как оказывающая наибольшее сопротивление стоку грунтовой воды с болота в канавы, имеет важнейшее значение при установлении расстояния между канавами. Отсюда заключения о зависимости расстояния между канавами от свойств почвы и подпочвы болота ясны сами собою, а именно: расстояние между канавами должно быть тем меньше:

- а) чем глубже торф на болоте,
- б) чем меньше водопроницаемость торфяного грунта,
- в) чем менее водопроницаемость подстилающей торф породы,
- г) чем менее капиллярная или водоподъемная способность торфа.

ВЛИЯНИЕ ПРИТОКА СО СТОРОНЫ

Верховые пришлое воды на густоту осушительных канав на участке влияния не оказывают, так как эта вода перехватывается при самом входе ее на подлежащий осушению участок. Если она поступает на участок по определенному руслу в виде ручья и отсюда разливается по участку, то к этому руслу подводится начало магистральной осушительной канавы; если

пришлая вода поступает из боковых лощин, то к ним подводятся от магистрали боковые канавы; если же вода поступает на болото по склонам прилегающих земель, то проводятся нагорные канавы; следовательно только в этом случае приток пришлое вод вызывает проведение лишних канав — нагорных, в остальных же случаях расположение сети канав не изменяется, увеличивается только размер сечения магистрали. При проведении канав нагорных остальные боковые канавы могут быть расположены реже обычного, а часто оказываются в этом случае и вовсе лишними (о расположении канав см. далее).

Приток грунтовых вод есть частный случай притока воды со стороны, но такого, который часто не может быть перехвачен одною канавою; если грунтовые воды движутся по одному определенному направлению или выступают у подошвы склона, т. е. по определенной линии или даже в определенном месте в виде ключей, то их влияние на сеть канав таково же, как и пришлое верховых вод; проводится специальная перехватывающая канава или к месту выступления их подводится одна из боковых канав. Но выступление грунтовых вод на участок может происходить не в одном каком-либо определенном месте, а слоями мощностью более обычной глубины осушительной канавы. В этом случае приходится проводить несколько параллельных канав на близком друг от друга расстоянии.



Рис. 83.

Если места по склону, заболоченному исключительно грунтовой водою, желательно обратить под пашню, что нередко и имеет место, то осушка должна быть по возможности полной; если грунтовая вода выклинивается в пределах широкой полосы, то проведение одной канавы в этом случае может оказаться недостаточным; проводятся две или более параллельные канавы на таком друг от друга расстоянии, чтобы дно верхней приходилось на одном горизонте с берегом нижней (рис. 83); в полосе между такой парой канав выклинивающихся грунтовых вод, вообще говоря, оказаться уже не может.

Если местность имеет уклон, например в 0,05 (0,05 м понижения на 1 м горизонтального протяжения), то при указанном расчете канавы глубиною 0,85 м придется проложить на расстоянии 17 м друг от друга.

Встречаются участки, в которых наблюдается напор воды на всей площади их снизу. Чтобы проследить интенсивность такого движения, необходимы устройство буровых скважин и продолжительные наблюдения. При этих условиях необходимы частые и глубокие канавы на площади всей зоны выступления воды, следовательно предпочтительнее дренаж подземными трубами.

Подобное выступление грунтовой воды снизу происходит повидимому например на ферме Тимирязевской с.-х. академии: при бурении на опытном поле академии проходятся наслоения в таком порядке: 1) верхний растительный горизонт и суглинок, 2) супесчаный горизонт, 3) глина, 4) песок-пльвун на значительную глубину. При прохождении первых трех слоев воды нет, но, пробуравив слой глины и дойдя до пльвуна, замечаем, что вода в скважине поднялась и остановилась на высоте второго слоя; следовательно вода находится здесь под напором снизу. Помимо более частого расположения канав в таких случаях прибегают еще к особым приемам осушения (см. главу „Глубина канав“).

ВЛИЯНИЕ ГЛУБИНЫ КАНАВ

Взаимоотношение глубины канав и расстояния между ними выражается в общем виде так: чем канавы глубже, тем на большем расстоянии одна от другой их можно проводить.

Отношение глубины канав к расстоянию между ними определяет степень осушения.

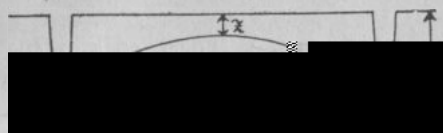


Рис. 84.

где z — норма осушения, т. е. требуемое расстояние грунтовой воды от поверхности; h — глубина воды в канаве; α — угол депрессии, зависящей главным образом от свойств грунта.

По Делакруа	В глине	В супеске
$\text{tg } \alpha$ среднее	0,09	0,10
$\text{tg } \alpha$ наибольшее	0,12	0,026

Н. Рожнов в результате исследований по Сев.-зап. области принимает $\text{tg } \alpha$:

в глине = 0,01	в сфагнов. торфе = 0,02
в песке = 0,005	в осоков. торфе = 0,01

По нашим вычислениям на основании материалов Минской болотной станции** в торфяном грунте

$$\text{tg } \alpha = 0,012$$

близ канавы и

$$\text{tg } \alpha = 0,012 - 0,00041 x$$

на расстоянии x метров от канавы.

Уровень, ниже которого грунтовая вода не может быть опущена действием канав, называется „горизонтом действия“ канав или дрен. Испарение может конечно опустить грунтовую воду и ниже горизонта действия.

По Дарси, Гагену и др. скорость воды в песчаном и мелком гравелистом грунте приблизительно пропорциональна падению и квадрату диаметра зерен. В предположении, что такая пропорциональность сохраняется и в грунтах иного рода, можно вышеприведенное взаимоотношение между глубиной канав и расстоянием между ними выразить более точно: расстояние между канавами, при прочих равных условиях, может назначаться прямо пропорциональным глубине их. Однако далеко не равнозначнее — проводить много мелких или мало глубоких канав: в первом случае создаются более равномерные и благоприятные условия для роста растений, так как разно-

* На этом рисунке, как и на некоторых других, печатаемых с клише прежних изданий, уровень грунтовой воды сопрягается с уровнем воды в канаве; в действительности же горизонт грунтовой воды выходит к откосу канавы выше уровня воды в канаве.

** А. Т. Кирсанов, Болотоведение, 1915 г.

сти высот уровня грунтовых вод по всей площади будут незначительны; общее расстояние от поверхности земли может быть достигнуто при этом более соответствующее потребностям растений (0,5 м ниже поверхности для растений луговых). При глубоких, но редких канавах создадутся неравномерные условия для произрастания растений: возле канав почва может оказаться переосушенной, в то время как на расстоянии от них грунтовая вода может стоять у поверхности болота. Самое рытье мелких канав обходится дешевле за кубический метр выемки, чем глубоких. Вышесказанное о влиянии глубины приводит к заключению, что и в смысле затрат, и в смысле результата выгоднее до известного предела проведение двух мелких канав взамен одной глубокой.

ВЛИЯНИЕ УКЛОНА И ХАРАКТЕРА ПОВЕРХНОСТИ ПЛОЩАДИ

Попадающая в виде дождя и снега на поверхность болота вода разделяется на три части: часть испаряется вновь в атмосферу, часть стекает по поверхности болота в канавы, если они есть, и в реки, часть просачивается вглубь, где образует подземные водоемы, грунтовые воды, откуда затем также попадает в канавы и реки*. О влиянии просачивания воды вглубь и испарения ее в связи с различными свойствами и мощностью торфа и подпочвы изложено ранее.

Сток же воды по поверхности болота зависит от уклона, характера и покрова поверхности и от близости хорошего водоприемника. Быстрый сток воды в нужное время с поверхности болота является весьма важным для эксплуатации болота. Чем поверхностный сток медленнее, тем большая часть воды будет испаряться в атмосферу; на испарение потребно время и тепло, поэтому чем медленнее весенний поверхностный сток, тем позже начнется с болота испарение воды грунтовой, тем медленнее весной болото будет прогреваться и тем позже начнется рост трав.

Учесть в цифрах влияние каждого из этих факторов вследствие разнообразия их конечно невозможно. Изложенное делает ясным, что расстояние между канавами должно быть, при прочих равных условиях, тем менее: 1) чем менее уклон поверхности болота, 2) чем больше препятствий к стоку воды представляет покров болота.

А. Брудастов предлагает при отводе поверхностных вод принимать зависимость расстояния между канавами от уклона осушаемой поверхности пропорциональной \sqrt{J} , т. е. если уклон одной поверхности в 4 раза больше, чем уклон другой, то расстояние между канавами должно быть на первой поверхности в два раза больше.

ВЛИЯНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Конечной задачей хозяйственной мелиорации является получение дохода от нее. Если сельскохозяйственные продукты дешевы, а труд и машины дороги, то затраты на мелиорацию могут не вернуться, и самая работа теряет смысл. Чем дороже сельскохозяйственные продукты, тем больше следует вкладывать труда и капитала в землю. Поэтому под городом, где цена на

* Это положение более определенно относится лишь к болотам канализованным. На болотах же неосушенных, и в особенности сфагновых, выпадающая вода частично поглощается еще верхним моховым покровом и служит для быстрого его нарастания и таким образом извлекается из обычного вод. оборота.

сено высока, там следует брать расстояние между канавами меньшее, сеять более требовательные и более урожайные смеси. Вдали от рынков сбыта выгоднее получить меньший урожай, затратив на это и меньше средств; там могут быть прорывы более редкие каналы, чем это нужно для наибольшего урожая. Для каждой культуры: луг естественный, лес, луг посевной и пр., для данной местности следует подобрать такое расстояние между канавами, при котором получилась бы наибольшая выгода. Отложим по горизонтальной оси расстояния между канавами, а по вертикальной — рубли расхода и дохода. Чем больше расстояние между канавами, тем меньше расход; кривая расхода падает; падает и кривая валового дохода. Правильным иногда считают то расстояние между канавами, при котором разность между доходом

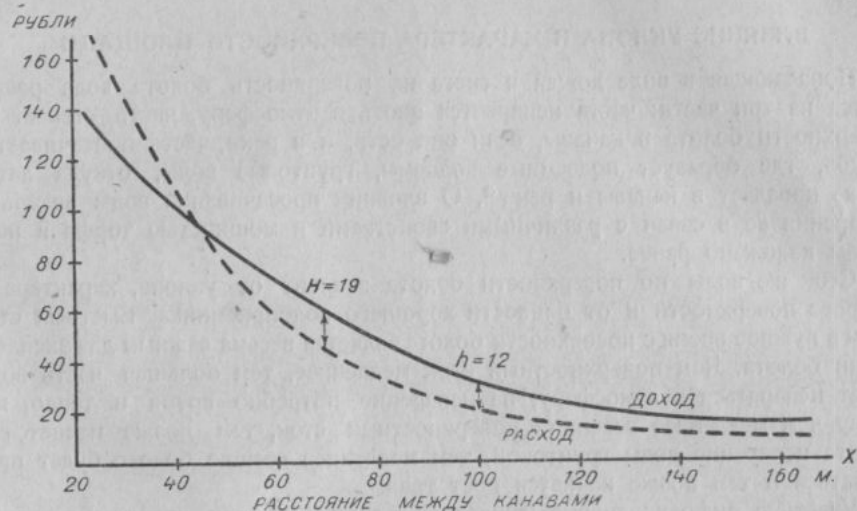


Рис. 85.

и расходом наибольшая; на рис. 85 это 70 м. Пользование этим методом предполагает знание величины урожая при разных расстояниях между канавами.

Таким способом сев.-зап. опытно-мелиоративная организация установила, что выгоднейшее расстояние между канавами при осушении Подборовской лесной дачи, близ гор. Пскова, при глубине торфа 1,5 м оказывается равным 200—250 м.

Однако по такому графику можно найти два наибольших чистых дохода: один абсолютно наибольший ($H=19$ руб.) при $x=70$ м, другой процентно наибольший ($h=12$ руб.) при $x=100$ м. Хотя $h=12$ руб. меньше $H=19$ руб., но в процентной доле от соответствующих расходов (21 руб. и 48 руб.) $h=12$ оказывается большим.

К какому же наибольшему доходу следует стремиться: к абсолютно наибольшему или процентно наибольшему? Если землепользователь, напр. государство, обладает ограниченным капиталом и неограниченной площадью земель, то он должен стремиться получить наибольший процент с затрат на мелиорацию; если же у землепользователя имеется избыток денег или труда, а площадь земли мала, то такой землепользователь должен стремиться получить с имеющейся у него площади абсолютно наибольший

доход или наибольшее количество продуктов, дающее ему возможность существовать.

В таком положении находится мелиоративное товарищество или вообще коллектив, имеющий возможность получить для осуществления мелиорации значительный кредит.

Из всего сказанного в настоящей главе вытекает, что для определения расстояния между канавами прежде всего устанавливается цель осушения, в зависимости от которой отыскиваются крайние пределы расстояний. Затем в установленных пределах выбирается, уже в зависимости от глубины и рода торфа, рода подпочвы, уклона поверхности, количества осадков, цен на продукты и пр., средняя, большая, меньшая или какая-либо промежуточная величина расстояния между канавами.

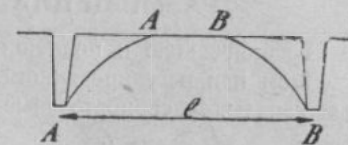


Рис. 86.

Изменение расстояния между канавами, пока линии депрессии BB и AA не пересеклись (рис. 86), очень мало отражается на уровне грунтовых вод. В этом случае уровень грунтовых вод обуславливается главным образом испарением; каналы же понижают этот уровень лишь постольку, поскольку, ускоряя сток поверхностной воды, увеличивают время испарения грунтовой воды.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

РАЗМЕЩЕНИЕ ОСУШИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

В законченную и полную осушительную систему входят: 1) река в естественном или регулируемом состоянии, 2) главные каналы, 3) магистральные каналы, 4) собирательные каналы, 5) осушительные каналы или боковые стрелки (рис. 87). В отдельную категорию возможно выделить еще нагорные каналы.

В большинстве случаев приведенного полного расчленения осушительной системы не имеется. При экстенсивном осушении одна канава несет функции и непосредственного осушителя и магистрального канала.

По предложению А. Костякова осушительная система делится на регулируемую часть, назначение которой состоит в непосредственном принятии воды из грунта или с поверхности

осушаемой территории, и на отводящую часть, в состав которой входят собирательные, магистральные и главные каналы, задачей которых является отвод воды, поступающей из регулирующих канав (осушителей).

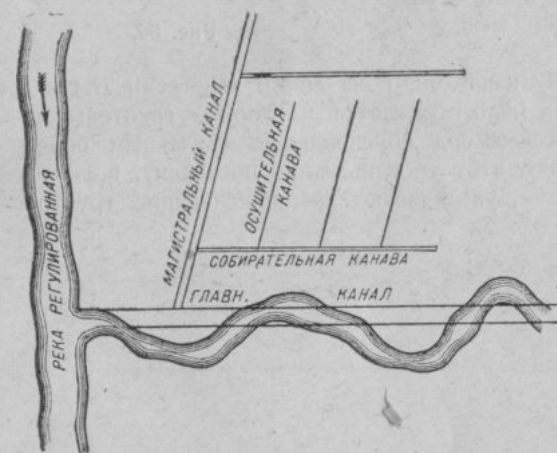


Рис. 87.

осушаемой территории, и на отводящую часть, в состав которой входят собирательные, магистральные и главные каналы, задачей которых является отвод воды, поступающей из регулирующих канав (осушителей).

ПОЛОЖЕНИЕ МАГИСТРАЛЬНЫХ И ГЛАВНЫХ КАНАЛОВ

Магистральные каналы проводятся по болоту, соблюдаясь: 1) с горизонталями поверхности болота, 2) с руслами существующих протоков, 3) с глубинами торфа, 4) с границами болота и землепользований, 5) со специальными особенностями положения участка.

1) Магистральный канал, вообще говоря, проводится по самым низким местам осушаемой площади. Но помимо настоящего рельефа болота следует иметь в виду и будущий рельеф его по устройству осушения. Неканализованное торфяное болото большую часть года бывает обычно пересыщено водою настолько, что торф может рассматриваться в нем как тело, погруженное в воду и теряющее в своем весе столько, сколько весит объем вытесняемой им воды. Неразложившийся мох легче воды, и потому на многих болотах верхний слой торфа и моховой покров оказываются во время избытка влаги плавающими, отчего получается зыбучее болото, с волнующимся под тяжестью человека покровом. Торф травяных болот более

богат минеральными соединениями, имеет более плотное строение и потому водою уже не поднимается, но все же при пересыщении давит на нижележащие слои силою, меньшею своего веса. С проведением осушительных канав условия давления резко изменяются: уровень грунтовой воды понижается; верхний горизонт торфа хотя еще и остается богатым водою, но уже не является телом, погруженным в воду, и потому обнаруживает давление на нижние слои торфа не только всем своим весом, но и весом той воды, которая удерживается им в силу влагоемкости. Это давление будет тем больше, чем дальше горизонт грунтовой воды от поверхности болота, т. е. чем глубже проведенные осушительные каналы.

Под влиянием этого давления происходит с проведением осушительных канав осадка болота, и тем большая, чем более было насыщено болото водою. Из изложенного ясно также, что осадка происходит не только в слое, лежащем выше дна канав, но и в слое, лежащем ниже дна, так как и он окажется под увеличенным давлением верхних слоев. Общая величина осадки может приниматься для предварительных соображений в 15% от глубины торфа.

О процессе осадки торфа и действительных величинах его изложено подробнее в главе „Осадка торфа“.

Имея в виду осадку торфа, магистральный канал следует пролагать, руководствуясь не только горизонталями поверхности болота, но и глубинами торфа, т. е. горизонталями подпочвы; в противном случае магистральный канал после осадки болота может оказаться выше некоторых участков осушенной площади и потому не окажет того эффекта, который оказал бы при проведении по местам глубокого торфа. При осушении болота со взбухшим водою торфом, а тем более с плавающим моховым покровом, горизонтали поверхности вовсе не имеют значения, притом же поверхность такого болота в поперечном направлении часто бывает совершенно горизонтальна.

Иногда поверхность болот бывает в середине выше, чем у краев; на моховых болотах это явление обычно и вызывается процессом их образования (нарастанием мха); на травяных подобный рельеф может образоваться вследствие того, что край болота ежегодно или выкашивается, или вытраивается скотом, так как на таком болоте всегда развивается пышная осоковая растительность; вследствие этого торф на краю такого болота уплотняется скотом и людьми, в середине же болота, трудно доступной, остается более рыхлым; кроме того скашиваемая по краям болота трава удаляется с болота, трава же, остающаяся на середине болота, идет на дальнейшее торфообразование; в результате середина и травяных болот оказывается иногда выше краев; подпочва же таких болот обычно в середине гораздо ниже, чем у краев, а потому в таких случаях и главный осушительный канал необходимо вести посредине.

В торфяном болоте магистральную канаву следует вести по возможности целиком в торфяном грунте, обходя, если это не вызывает сильных искривлений, встречающиеся по линии выступы материка, особенно песчаные бугры; такие бугры весьма часто встречаются на болотах. В песчаном грунте откосы, хотя бы и двойные, размываются водою снизу и потому неизбежно обваливаются; канава при этом засоряется не только в пределах песчаного грунта, но и ниже, так как напором воды песок относится по течению и отлагается за бугром. Для предохранения песчаных откосов от обсыпания рекомендуется укрепление их плетнем, что связано с расходами. После осадки

торфяного болота эти бугры, сохраняя свою абсолютную высоту, выступают над поверхностью болота еще резче, и дно канавы, прорезающей бугор, окажется выше дна верхней части той же канавы, проходящей по торфяному грунту; следовательно, во избежание нарушения правильного функционирования канавы, потребуется в пределах бугра углубление ее дна против нормы.

Особенно необходимо проводить водоотводную магистраль по месту наибольшей глубины торфа при осушении болота под выработку торфа на топливо, так как только при таком положении возможно избежать механической откачки воды из карьера.

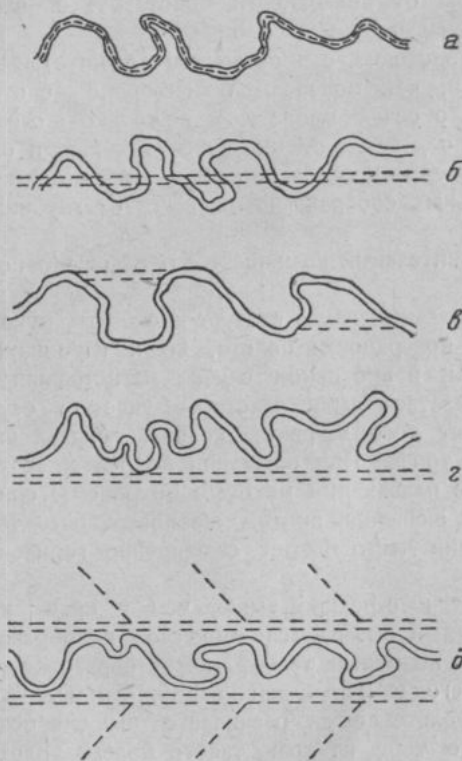


Рис. 88.

2) Обычно по болотному массиву протекает извилистый ручей, с положением которого необходимо считаться при проектировании магистрали (рис. 88). Магистраль может проходить относительно существующего русла реки по четырем вариантам:

а) *следую* по всем извилинам русла; при таком положении работа будет заключаться в углублении и уширении существующего русла; это допустимо лишь в том случае, если русло реки хорошо выражено, не слишком извилисто и объем земляных работ не велик по сравнению с объемом нового канала. Пограничное положение ручья или реки также иногда является причиной проведения магистрали по существующему руслу. В результате однако работы эти не долговечны, они требуют ремонта значительно большего по сравнению с прямой магистралью; перво-

начальная стоимость куба выемки в таких условиях выше обычной;

б) *пересекая* все извилины русла реки прямою магистралью; при таком направлении в каждом месте пересечения магистрали с существующим руслом приходится делать поперек этого русла защитные перемычки (см. далее), углублять дно в топком иле, получать сечение канала разной ширины; при частых пересечениях старого русла новый канал быстро зарастает и заиливается;

в) проведение канала по *спрямлениям* отдельных извилин существующего русла является наиболее обычным приемом; объем земляных работ в этом случае невелик, техническое осуществление работ не представляет больших трудностей; однако общее состояние магистрали через несколько лет оказывается не вполне удовлетворительным, так как в ее состав входят новые прорезы по целинному грунту и подчищенные отрезки старого русла, обычно более широкого, чем новые прорезы; расчищенное старое русло

в широких местах снова затягивается тиной и илом. Осуществление работы по этому варианту может встретить юридическое затруднение, если спрямляемое русло является границей землепользований; каждое спрямление нарушает границы землепользования, так как прежнее русло реки пересыхает и зарастает и фактической границей оказывается новый прорез. При крупных землепользованиях возможно отрезку в одном месте компенсировать прирезкой в другом, но при мелком землепользовании это оказывается невозможным; выход из такого положения в том, что составление мелиоративного проекта должно предшествовать землеустроительному;

г) если долина речки или болото по ней достаточно широки и поперечный уклон невелик, то следует магистральный канал провести весь в целинном грунте, отступая от существующего русла; получается канал правильного однородного сечения с малым числом поворотов; размеры такого канала могут быть несколько меньшими, чем при проектировании по реке, выемка куба земли значительно дешевле, так как она будет производиться по новому месту и в сухих условиях; вся вода во время производства работ будет идти по существующему руслу. Ремонтные работы будут обходиться значительно дешевле по сравнению с предыдущими вариантами. Но между новым каналом и старым руслом окажется полоса земли, доступ на которую возможен только после устройства мостов, т. е. прибавляется расход на мосты и на ремонт их. Затем при производстве дальнейшего осушения болота, при прорытии боковых канав, придется или пересекать ими старое русло протока, или проводить для них с другой стороны старого русла вторую магистраль.

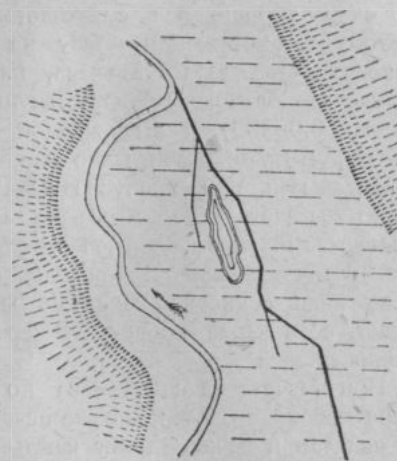


Рис. 89.

3) Большого внимания требует проведение магистрального канала, если по его направлению на болоте находится *озеро*. Проведение магистрали в этом случае через озеро, т. е. выпуск ее в озеро с одной стороны и продолжение от озера с другой стороны его, не всегда целесообразно, хотя и дает экономию в земляных работах. Если берега озера ясно оформлены и идут круто ко дну, и дно озера значительно глубже предполагаемого дна канала, то проведение магистрали через озеро рационально.

Если же озеро мелко, дно его илисто, поросшее водными растениями, берега отлоги и топкие, то такое озеро следует обходить, как указано на рис. 89. При отлогих берегах озера при выпуске в него и выпуске из него канавы пришлось бы прочищать его на некоторое протяжение от берегов внутри его; если берега состоят из жидкой массы, то канава после прочистки вновь заплывает илом; во время копки канавы несут частицы земли, мелкие корни растений, траву и пр., которые, будучи вынесены в озеро, где течение воды незаметно, осаждаются на дно его или задерживаются между береговыми осоками и тростниками; часть материала осаждается и близ устья канала, поэтому дно озера и устье канала постепенно повышаются, вследствие чего затрудняется свободное прохождение воды через озеро.

Примером обхода озера магистралью укажем на Шестинский канал в Оршинской даче, бывш. Тверского уезда, огибающий озеро Черненькое.

Однако от этих основных положений часто приходится отступать. Поверхность воды в озере горизонтальна; берега озера с противоположных сторон часто одинаково низменны. Поэтому обходной канал не будет иметь на всем своем протяжении никакого естественного уклона; уклон можно создать лишь искусственно за счет и без того очень малого уклона поверхности болота выше и ниже озера.

Например при проведении обходного канала у озера Стержень на реке Свече Витебского округа был спроектирован уклон магистрали в 0,00006 на протяжении 2600 м и 0,0001 на протяжении 4000 м. При таких ничтожных уклонах движение воды по обходному каналу было бы очень затруднено; канал и впадающие в него стрелки были бы переполнены водой. Это очень хорошо для судоходства, но не годится для целей осушения. Поэтому при осушении болот на реке Свече в 1926 году, несмотря на мелководность озера Стержень, магистраль была пропущена через озеро; это сделало возможным дать впущенной в озеро магистрали уклон 0,0001 (вместо 0,00006) и выпускаемой из озера магистрали — 0,0002 (вместо 0,0001), что уже значительно изменяет условия стока к лучшему.

Выгадывая при пропуске канала через озеро в уклоне, кроме того можно выгадать еще в объеме земляных работ. Обводной канал, имея весьма малый уклон, должен иметь большие размеры поперечного сечения, т. е. требует большой земляной выемки в трудных условиях; вследствие очень малого уклона канал потребует расходов и на ремонт; все это отпадает, если канал пропустить через озеро при мало-мальской к тому возможности.

При расчете на сплав леса по магистральному каналу обвод его мимо озера необходим; озеро позже освобождается от льда, а при весеннем сплаве по каналам и речкам дорог каждый день; кроме того и после очищения от льда продвижение лесного материала через озеро требует буксировки. Поэтому, при наличии сплава леса, и глубокое озеро необходимо обходить каналом; в ведомстве путей сообщения этот обход всегда и делается: Белое, Онежское, Ладожское озера имеют обводные каналы.

Наконец пропуск магистрального канала через озеро, вызывая значительное понижение уровня воды в нем и проток болотной воды через него, ухудшает условия рыбоводства.

Таким образом при наличии озера на болоте следует учесть: мелкое и заросшее оно или глубокое, предвидится ли сплав леса, достаточен ли уклон для обводного канала, имеет ли озеро рыбохозяйственное значение, какова стоимость обводного канала и стоимость закрепления места впуска и выпуска канала в озере.

4) В некоторых случаях оказывается полезным проведение магистрального канала не по пониженной части долины речки, а по окраине долины, в повышенной части ее, для перехватывания всех вод, поступающих в долину реки по боковым притокам.

Примером устройства такой магистрали является Мухоедовский осушительный и сплавной канал, прорытый в нынешнем Мозырском округе Белоруссии (рис. 90). С Овручских возвышенностей бывш. Волынской губернии стекает в долину реки Славечны несколько ручьев, которые, спустившись в прилегающую к р. Славечне полосу болот, теряются в ней, как в песках пустыни; вследствие этого болота по реке Славечне, притоку Припяти, пред-

ставляли топкие места, непригодные ни под какое сельскохозяйственное или лесное пользование. Западной экспедицией проведен в этом месте параллельно р. Славечне на расстоянии 3—7 км к югу от нее Мухоедовский канал протяжением 83 км, который перехватывает воды всех ручьев, впадающих ранее в р. Славечну. По данным отчета экспедиции с устройством этого канала превратились в сенокосные угодья не только те болота, по которым он пролегает, но и, вследствие отвода части воды бассейна речки Славечны, понизился уровень весенних вод на этой реке, от которых более замкнутые котловины не освобождались ранее в течение всего лета; ныне же в подобные котловины, представлявшие ранее озера, коими жители пользовались только для рыбной ловли, весенние разливы более не заходят, и ими пользуются не только для луговодства, но и для зерновой и озимой культуры.

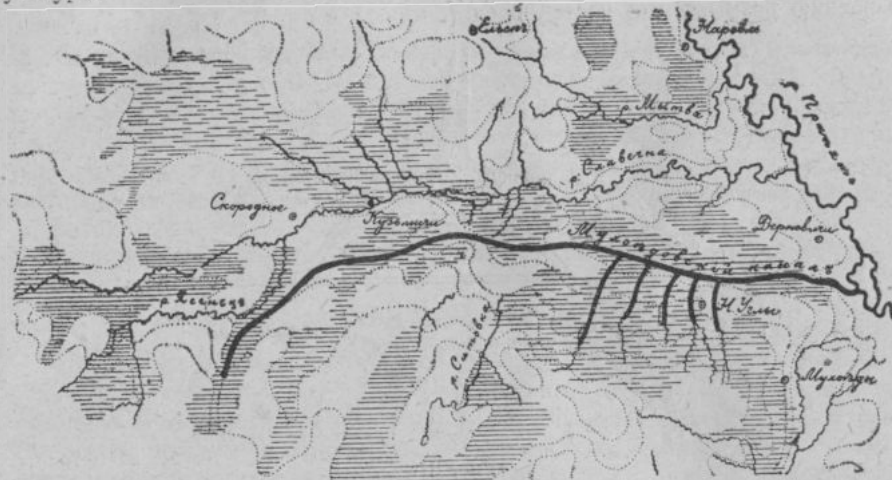


Рис. 90.

Аналогичная работа производится ныне в долине реки Яхромы Дмитровского уезда бывш. Московской губернии.

По мнению Н. Титова* проведение окраинных или нагорных магистралей дает ряд преимуществ перед проведением магистрали в пониженной части долины, по речке; именно: 1) командующее положение нагорных магистралей над территорией заболоченной долины дает возможность простого устройства орошения территории весенними водами, богатыми илом, а равно орошения в летние засухи; 2) нагорная магистраль пройдет обычно недалеко от селений, и вода ее может быть использована для хозяйственных нужд; 3) нагорная магистраль мало изменит условия рыбного хозяйства в русле протекающей по долине реки; 4) площадь болот, по коим пройдет нагорная магистраль, прилегает к суходолам и к селениям и потому удобна для эксплуатации.

Однако проведение таких нагорных магистралей требует особо благоприятных условий рельефа; речная долина имеет обычно неправильные очертания, и проведение нагорного канала вызовет необходимость пересечения им мест глубокого торфа и мест с минеральным грунтом, огибания впадо-

* Доклад его на Всероссийском совещании мелиораторов в 1926 г.

щихся в долину реки выступов суходола; такая магистраль подвергнется усиленной порче скотом и переездами.

5) В речные долины Черноземного края выпадают действующие овраги, из которых во время весеннего таяния снега и во время летних ливней выносятся значительное количество мелких и крупных частиц земли. Эти выносы отлагаются при выходе из оврага в долину реки, образуя так называемый конус выноса. Если русло реки проходит недалеко от места выхода оврага, то овражные выносы засыпают русло, вызывая разлив воды по лугу. Прочистка русла реки в таких местах бесполезна, и является необходимым провести магистральный канал на таком расстоянии от устья оврага, чтобы конус выноса не доходил до него (рис. 91). Если же долина недостаточно для этого широка, то к месту выхода балки следует подвести укрепление размываемых частей оврага.

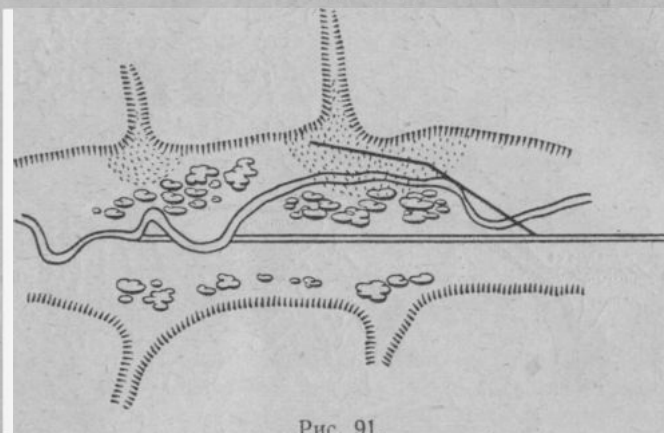


Рис. 91.

6) Помимо требований технических при проведении магистральной канавы приходится в обычной практике часто иметь в виду и условия юридические. Каждое значительное болото находится обычно в пользовании многих лиц или даже селений, которые редко приходят между собою в соглашение на устройство общей осушительной сети; поэтому иногда приходится составлять проект осушения только части общего болота; в таком случае на положение магистральной канавы оказывают решающее влияние границы землепользования. Для отдельного селения нет смысла, хотя бы это было технически и рационально, вести канаву за свои средства по самой границе землепользования, осушая этим в равной степени и землю соседнего селения; помимо того границы участка имеют часто весьма причудливую форму, с которой однако необходимо считаться; вместо прямой магистрали и правильно расположенных к ней боковых канав пролагается ломаная, технически нерациональная магистраль; если через некоторое время приступит к осушке пользователь и соседнего участка, то ему придется вести также ломаные линии, и в результате может получиться неправильная техническая сеть канав.

Устранение этого зла стало возможно только со введением законодательным путем принудительного привлечения к работе всех землепользователей, если большинство пользователей данной площади желает произвести мелиорацию.

Принцип принудительного образования водных или мелиоративных товариществ введен в законодательство большинства крупных западно-европейских государств*.

7) Устье магистральной канавы должно быть выведено в реку или какой-либо другой приемник в том месте, где дно приемника не выше и не уже предполагаемого дна канала; в противном случае самый приемник намечается к расчистке. Выведение дна канала на поверхность земли („на-нет“) с тем, чтобы вода шла далее по поверхности земли, допустимо только в узких ложбинах, дно которых и до устройства осушительной канавы представляло неиспользуемую площадь; вообще говоря, этот прием допустим только в целях экономии земляных работ и при выходе ложбины на соседние земли, соблюдая в этом случае осторожность во избежание возможных юридических недоразумений с пользователями нижележащих земель.

Повороты магистральных канав допускаются различные в зависимости от многоводности канавы и некоторых специальных условий, например сплава леса; чаще принимают, что внутренний угол на повороте не должен быть менее 120° ; собственно углы на поворотах вообще избегаются и заменяются закруглениями в виде дуг окружности; все канавы бывш. Западной экспедиции изгибаются по дугам. Если канал должен служить для сплава леса, то радиус дуги закругления делался экспедицией не менее 60 м; при этом 20-метровые сплаваемые бревна проходят по закруглениям, не ударяясь в откосы.

ОСУШИТЕЛЬНЫЕ КАНАВЫ

Положение боковых осушительных канав обуславливается требованиями техники и культуры, при этом, чем крупнее канавы, и чем экстенсивнее предполагаемое использование болота, тем большее значение имеет техника. Напротив, положение относительно магистрали и взаимно между собою мелких канав при детальном осушении угодия обуславливается почти исключительно требованиями агрономии, в частности — удобства обработки почвы и уборки урожая. Поэтому надлежит сначала выяснить отдельно требования техники и требования культуры, а затем уже сочетать их в зависимости от излагаемого.

Ясно, что для быстроты и правильности обработки почвы, особенно вспашки плугами и посева рядовыми сеялками, единственно удобная форма участка — прямоугольник. Всякий острый угол влечет за собою при обработке участка, затрату лишнего времени на повороты громоздких орудий с длинною запряжкой, изнуряет лошадей и людей, увеличивает повреждение орудий при посеве рядовыми сеялками, на поворотах является необходимостью ручного посева и т. д. Еще более затруднений при тракторной работе.

Так как расстояние между канавами, при интенсивной эксплуатации угодий определяемое в 30—100 м, недостаточно для удобной работы орудиями, то участку оказывается необходимым давать вытянутую вдоль параллельных канав форму, что не становится в противоречие с техникой осушения, если магистральная канава проведена правильно в соображении с поверхностью болота и глубиной торфа.

* Разработанный проект общих начал водного законодательства СССР предусматривает также в надлежащих случаях принудительное образование мелиоративных товариществ и принудительное включение членов в товарищества.

Если предварительной подробной нивелировки местности не производилось и плана в горизонталях вычертить не представляется возможным, то обычно боковые каналы проводятся к магистрали под острым, а не прямым углом. Примером расположения осушительной сети под острым углом могут служить следующие работы: магистральный канал в Василевичской даче, Ведрич, выше железнодорожного моста линии Гомель—Мозырь, проходит по широкому чистому болоту с весьма малым уклоном и здесь на протяжении 10 км он принимает с обеих сторон 22 боковые каналы под углом 50—70°; часть Раменской дачи Дмитровского уезда Московской губернии, где к Макаровскому магистральному каналу подведено 12 боковых каналов под углом 30—50°; часть Оршинской дачи, бывш. Тверского уезда, в бассейне Денисовского магистрального канала, к которому проведено 12 боковых каналов под углом 60—73° на расстоянии 530—1 060 м одна от другой.

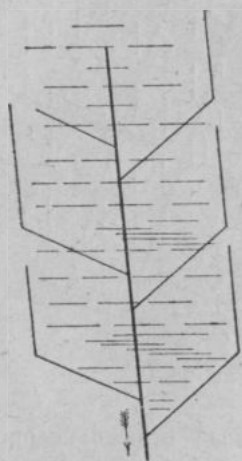


Рис. 96.

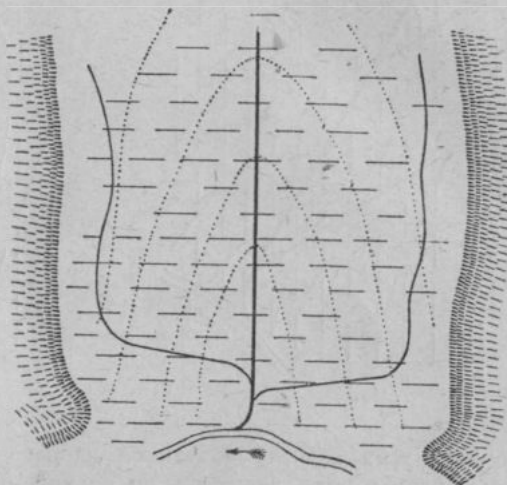


Рис. 97.

2) На болота предыдущего типа (А, Б) имеется приток верховой воды со стороны вдоль всего болота, или таковой сосредоточен по прилегающим ложбинам. Со стороны притока воды проводится нагорная ловчая или контурная канава, идущая на некотором протяжении параллельно магистрали. При этом могут быть два случая: или на каждой стороне болота проводится по одной специальной нагорной канаве (рис. 96), или же боковые каналы в своих верхних частях проводятся поперек притока воды со стороны и таким образом исполняют функции нагорных канав (рис. 96). Устройство нагорных канав рекомендуется в иных руководствах при осушении всякого участка, так как удачное проведение их часто делает лишним устройство боковых канав в полосе между ними и магистралью (рис. 97). В случае притока воды на болото только по узким ложбинам в них вводятся верховья обычных боковых канав. Правильное проложение нагорных канав возможно только или после подробной общей нивелировки склона, или на чистом месте трассировкою непосредственно помощью нивелира, задавшись определенным уклоном; направление этих канав будет обычно извилистым, так как сухие полосы земли вдаются в болото языками. Несмотря

на частые изгибы, все же нагорные каналы, пересекая входящие в болото лощины и рядом же сухую полосу земли, проходят по местам не только с резко различающейся мощностью торфяного слоя, но и с совершенно разнородными почвами, что имеет следствием неравномерное оседание дна и потому необходимость частого ремонта его.

3) Заболачивание происходит вследствие выклинивания у подошвы прилегающих возвышенностей грунтовых вод. Подобные места и в сухое время лета представляют обычно вязкие, покрытые ольховою зарослью места со значительным уклоном поверхности, вода выделяет бурые соединения железа, которые обволакивают траву и делают ее негодной для корма. В зимнее время почва на этих местах не промерзает. Аналогично случаю притока верховой воды здесь необходимо устройство



Рис. 98.

продольной канавы, перехватывающей воды близ их выступления; трудность заключается в точном определении места и условий выклинивания воды, так как подошва склона обычно занесена наносами.

На чистом лугу линия, по которой выклиниваются грунтовые воды, часто резко видна по растительности, состоящей из зеленых осок,

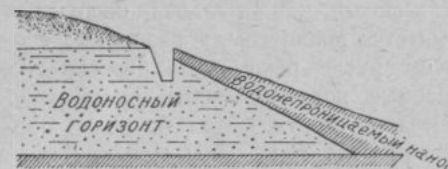


Рис. 99.

тогда как места выше ее покрыты более темными злаками.

Детальное ознакомление с условиями выхода грунтовых вод обнаруживает несколько случаев, требующих различного положения осушительной канавы:

а) непроницаемый нанос у подошвы склона не толст и может быть прорезан канавою до водоносного горизонта (рис. 98); при указанном на чертеже проведении канавы у подошвы склона понизится уровень грунтовой воды и прекратится исток ее в прежнем месте;

б) непроницаемый нанос у подошвы склона настолько толст, что не может быть прорезан канавою (рис. 99); канава проводится в этом случае по линии выклинивания воды и будет лишь перехватывать воду, не понижая почти уровня ее;

в) при предыдущем условии возможно иногда проведение канавы и ниже линии выклинивания воды с тем, чтобы дно канавы местами было углублено ямами, пробуриваемыми до водоносного горизонта (рис. 100); но этим колодцам вода под напором будет поступать в канаву; уровень грунтовой воды понизится; истечение через край наноса прекратится;

г) водоносный горизонт прикрыт рыхлыми наносами, впитывающими в себя выклинивающуюся воду и выпускающими ее из себя на поверхность



Рис. 100.

земли у подошвы склона, ниже места выклинивания. Для осушения склона канаву необходимо прорыть в этом случае ниже линии наружного выхода воды (рис. 101).

Устройство нагорных канав, идущих параллельно магистральной канаве, было бы например весьма подходяще в известном Погонно-Лосиноостровском лесничестве возле города Москвы; но такое проведение помимо коренных канав в середине долины еще и параллельных им нагорных потребовало бы значительных расходов, в лесном хозяйстве медленно возвращающихся.

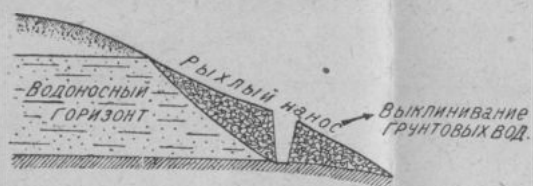


Рис. 101.

Проведение нагорных канав в лесу требует подробной предварительной нивелировки, так как проложение канала ощупью непосредственно по нивелиру крайне затруднительно.

4) Болото находится в долине реки средней или значительной величины и отделено от ее главного

русла прибрежным сухим, местами прерывающимся, валом, прорезанным мелкими руслами. Образование сухой, более высокой, чем остальная поверхность широкой долины, береговой полосы вызывается значительной разностью скоростей воды во время паводков в главном русле реки и по берегам его; вследствие этой разности скоростей несомые водою главного русла взмученные частицы земли, смытые с полей и дорог, осаждаются из воды, проходящей с меньшей скоростью над берегами реки (рис. 102).



Рис. 102.

В летнее время осаждению взмученных частиц способствуют еще заросли травы на берегах, между которыми вода медленно проходит как бы через сито. В результате долготлетних отложений и образуются столь распространенные береговые валы.

Эти валы затрудняют сток воды из долины в реку и вызывают или увеличивают ее заболачивание. Подобное явление наблюдается очень часто как в долинах заливных лугов, например по берегам реки Москвы, Клязьмы, Нерской и других осмотренных нами рек бывш. Московской губернии, так и на больших болотах по берегам рек Полесья. Во время весенних разливов и летних паводков вода заливает всю долину и, несмотря на спадение воды в главном русле реки, застаивается в самой долине на продолжительное время.

Осушение таких долин является более трудным и не всегда надежным. Наибольшее количество осадков выпадает в Европейской части СССР не в осенние месяцы, а в летние, когда производится уборка сенокосов; проведение канав, не предотвращая конечно выступления реки из берегов, не может предотвратить и затопление всего луга как раз во время сенокосения; помимо этого канавы, находясь в весенние и летние паводки под движущейся по лугу водою, подвергаются заносу или размыванию, смотря по своему положению.

Главный канал проводится посредине, по самому низкому месту долины, вдоль реки и выводится в реку или через одно из прежних русел ее или прорезывая береговую возвышенность; при этом можно провести один канал значительной длины с одним выходом в реку (рис. 103) или несколько коротких каналов, каждый со своим устьем в реку (рис. 104). В первом случае: 1) получается большая уверенность, что берега канавы не будут обрушены при весеннем или летнем разливах и сами канавы не будут занесены наносами, так как движение полой воды происходит параллельно такой канаве; 2) является, напротив, опасность размыва канавы вследствие значительной скорости воды в ней во время паводков; 3) в обычное время скорость воды в ней может оказаться недостаточной вследствие малого продольного уклона долины большой реки, искусственное же увеличение уклона дна постепенным углублением канавы от начала ее к концу при большой длине канавы не может быть

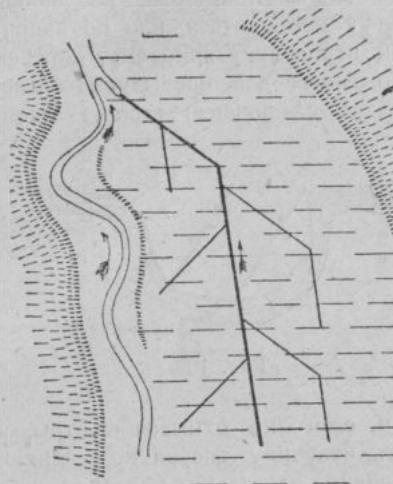


Рис. 103.

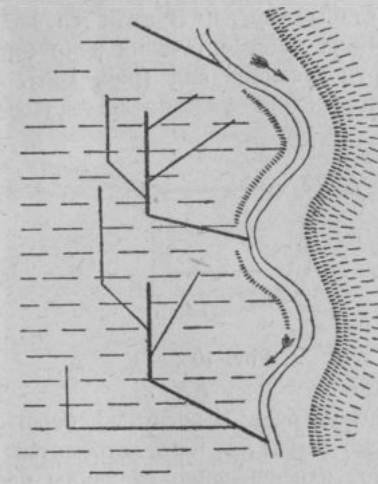


Рис. 104.

значительным; если же уклон луга и реки достаточно велик для свободного движения малого количества воды в канаве, то в полую воду этот уклон будет слишком велик; 4) для переезда через канал необходимо устройство мостов.

При проведении нескольких более коротких каналов с отдельными выходами в реку выступают следующие соображения: 1) при выводе канала в реку необходимо направить его на некотором протяжении, зависящем от ширины долины и угла, под которым канал вводится в реку, поперек направления движения высоких вод по лугу; на этом протяжении берега канавы легко подвергаются разрушению, и она может быть быстро занесена наносами; вынимаемую из канав землю необходимо класть в этом случае только на низовую сторону их, а отнюдь не на обе; 2) уклоны дна каналов могут быть сделаны большими как вследствие наличия естественного падения (разность уровня воды в реке и поверхности болота), распределяющегося на меньшее протяжении, так и возможности вследствие незначительной длины каждой канавы увеличить уклон искусственно; 3) прибрежная полоса луга или болота обычно не представляет ровной поверхности с правильным валом, а изрезана многочисленными извилистыми протоками и прежними руслами,

берега которых также возвышены; поэтому нижняя часть канавы редко может быть проведена в реку по прямой линии, минуя все бугры; чаще приходится ее многократно изгибать и местами давать ей направление, даже противоположное общему направлению движения полых вод реки; 4) общее протяжение канав в этом случае окажется большим, чем при устройстве одной продольной канавы значительной длины; но размеры их могут быть меньшими как вследствие меньших водосборных площадей каждой из них, так и вследствие большего уклона; поэтому количество земляных работ может оказаться в этом случае меньшим.

Изложенное показывает, что при данном положении осушаемого участка при назначении линий осушительных канав приходится руководствоваться многими соображениями.

5) Заболоченный участок расположен в большой излучине реки, заливаемой в высокую воду; по лугу обычно видны промоины, котловины и старые русла. В этом случае канавы могут проводиться или по направлению общего течения реки (рис. 105), или перпендикулярно ему, поперек струи весенних вод (рис. 106). Кроме изложенных для предыдущего типа соображений укажем здесь еще дополнительно следующее: весной масса

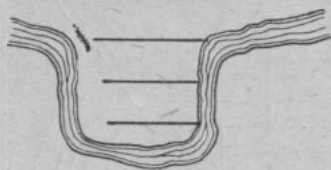


Рис. 105.



Рис. 106.

воды ударяет о вогнутый берег излучины и, ежегодно отмывая и отрывая куски земли от него, стремится передвинуть излучину вперед по течению; такое передвижение излучины происходит однако настолько медленно, что при обычных осушительных работах во внимание не принимается, и при проектировании канав на таком участке считаются только с опасностью размыва или занесения их.

Уклон поверхности при данном расположении участка, вообще говоря, более уклона поверхности воды в реке, так как то же падение распределяется в реке вследствие извины на большую длину; поэтому при продольных канавах является опасность не только размыва их, но и спрямления всего русла реки, участок может обратиться в остров, и значительная площадь культурной земли будет потеряна. Но опасность размыва является лишь при продольных канавах незначительной длины, где разность уклонов реки и канав большая; в других же случаях опасность эту не следует преувеличивать; проведенные по участку канавы и существующие рытвины и котловины наполняются водой при паводках обычно не вливанием ее сверху, а постепенным заполнением снизу; поэтому ни водопадов, ни стремительных скоростей по крутым откосам поперечных канав или ложбин в обычных условиях не наблюдается. При повышении воды в реке она проникает на луг через низкие места, прежние русла и устья канав, следовательно не по уклону, а против уклона их дна; поднимаясь все выше и выше, она заполняет все неровности луга, и к тому времени, когда на луг устремляется вода, текущая сверху и вызывающая размывы, уже почти все

неровности луга и канавы оказываются залитыми низовой водой и защищенными от непосредственного разрушающего воздействия верхней воды; при спаде вод происходит подобное явление в обратном порядке: движение воды по лугу прекращается в то время, когда еще все неровности и канавы полны водой, затем уже по мере понижения горизонта в реке вода медленно освобождает луг, не образуя водопадов. Такой процесс затопления всех неровностей и самого луга снизу очень хорошо выражен у деревни Подмонастыр-ная-Слобода на реке Сестре бывш. Дмитровского уезда бывш. Московской губернии; весной левая часть долины реки, отделенная от главного русла возвышенным берегом, затопляется водой, поступающей снизу, при горизонте воды в реке на 3,2 м выше зимнего стояния, сквозное же движение воды по лугу начинается только при поднятии горизонта воды в реке более чем на 4,2 м над зимним горизонтом (при высоте воды 119,7 м над уровнем моря), к каковому моменту уже весь луг покрыт водой; но в самой верхней части луга, в месте поступления высокой воды из реки, развивается значительная скорость вследствие большой разности горизонта воды в реке

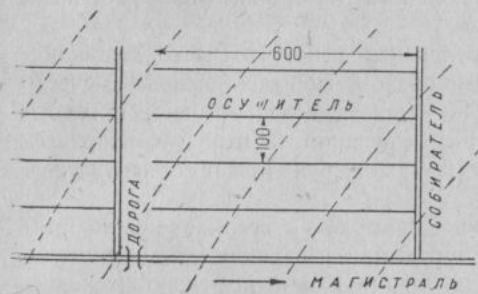


Рис. 107.

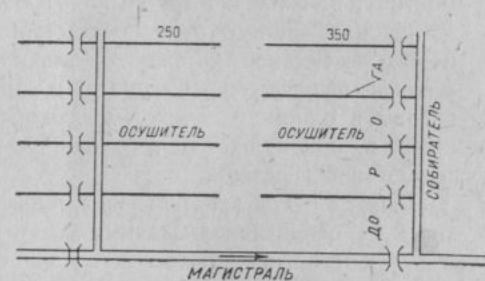


Рис. 108.

в этом месте и воды на лугу, горизонт которой равен горизонту воды реки в том месте, откуда луг затопляется; это место в данном случае лежит на расстоянии около 2 км. Рельеф местности может представлять еще и другие условия для расположения осушительных канав, не подходящие ни под один из описанных типов; например можно встретить котловину, в которой горизонтали образуют замкнутые круги; наичаще же встречается узкая долина, в которой достаточно проведения одной магистрали.

6) Особые вопросы относительно взаимного расположения осушительных и собирательных канав возникают при осушении больших площадей под интенсивное сельскохозяйственное использование с применением крупных машин и тракторной тяги. Необходимым условием работы таких машин являются загоны никак не короче 400 м, а лучше в 600 м и до 1000 м длиной.

Исполнение этого условия требует расположения осушительных канав или по схеме рис. 107, или по схеме рис. 108; первую схему назовем односторонним расположением, вторую схему — двусторонним.

Если мелнирируемая поверхность имеет уклон по линии осушительных канав более 0,0003, то канавы следует вести в одну сторону, вводя их с одной стороны собирателя (рис. 107); на другой стороне собирателя будет дорога, насыпанная землей из канавы. Длина осушительных канав в этом случае может быть 600 м и более, завися от уклона местности и от приня-

того уклона дна. Если уклон местности 0,0003, а минимальный уклон дна осушителя 0,001, то при длине в 600 м необходимо искусственное падение:

$$(0,001 - 0,0003) \cdot 600 = 0,42 \text{ м,}$$

т. е. при глубине осушителя вначале в 0,9 м потребуется глубина в устье в 1,32 м.

Если местность по линии осушительных канав имеет уклон менее 0,0002, то одностороннее направление канав длиной в 600 м потребовало бы слишком большого углубления их в устье, чтобы придать дну их уклон в 0,001; например:

$$(0,001 - 0,0001) \cdot 600 = 0,54 \text{ м.}$$

В этом случае, чтобы сохранить полосы в 600 м, следует принять двустороннее направление канав длиной в 350 м по направлению уклона поверхности и 250 м против уклона поверхности.

Устройство дороги при двустороннем направлении осушительных канав затрудняется, так как оказывается необходимой постройка большого числа мостов или закладка труб (рис. 108).

Из изложенного о распределении сети канав ясно, что часто для одной и той же местности можно с одинаковым правом, за невозможностью учесть заранее размываемость грунта и другие естественные условия, провести канавы в одном и в другом, даже перпендикулярно к первому, направлениях, и преимущество того или иного расположения может обнаружиться только впоследствии.

Общими принципами при проектировании канав все же можно признать на основании указанных выше соображений следующие положения:

1) каналы не должны идти перпендикулярно или параллельно горизонталям местности, а должны пересекать их под острыми углами; правило это не относится к магистралям, идущим по середине долины, т. е. перпендикулярно горизонталям;

2) глубина торфа должна быть принята во внимание при назначении магистрали;

3) существующие протоки и ручьи не всегда являются правильными указателями места магистральных каналов;

4) вода, попадающая на участок со стороны, будь то верховая или грунтовая, должна быть перехвачена канавами до поступления ее на осушаемый участок;

5) мелкие канавы для детального осушения угодия должны вводиться в магистрали под прямыми углами.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

СКОРОСТИ ТЕЧЕНИЯ ВОДЫ И УКЛОНЫ ДНА КАНАЛОВ

ФОРМУЛЫ

Скоростью называется длина пути, пройденного точкой в единицу времени; за единицу времени принимают обычно одну секунду; мера длины пути выражается в метрах. В английских руководствах скорость воды выражается обычно в футах, но большинство формул требует менее сложных арифметических вычислений, когда все длины выражены в метрах.

В курсах гидрометрии выясняется, что под скоростью воды можно разуметь тройкую скорость: поверхностную, донную и среднюю скорость потока; в дальнейшем „скорость“ без оговорок будет означать среднюю скорость потока, выражаемую

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{\text{расход воды в секунду}}{\text{площадь живого сечения}}$$

Средняя скорость потока, как то доказывается в гидравлике, зависит от уклона поверхности воды J , гидравлического радиуса сечения $R = \frac{\text{площадь живого сечения}}{\text{смоченный периметр}}$ и шероховатости дна и стенок ложа потока.

Влияние всех этих факторов учитывается формулой Шези

$$v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{J}$$

Коэффициент c определяется по формуле Гангюлье и Куттера

$$c = \frac{\frac{1}{n} + 23 + \frac{0,0015}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0,0015}{J}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}}$$

при вычислении в метрах, где n — коэффициент шероховатости ложа, принимаемый для канав чистых равным 0,025, заросших травой — 0,030.

Определение коэффициента c производится обычно по таблицам или графику (рис. 109). При уклонах более 0,001 величина их на коэффициент c уже не влияет, и формула значительно упрощается, обращаясь: при $n = 0,030$

$$c = \frac{56 \cdot \sqrt{R}}{0,69 + \sqrt{R}},$$

при $n = 0,025$

$$c = \frac{63 \cdot \sqrt{R}}{0,575 + \sqrt{R}}$$

Подставляя эти значения в формулу $v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{J}$, получаем:
при $n = 0,030$

$$v = \frac{56 \cdot R}{0,69 + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{J} = k \cdot \sqrt{J}, \quad (1)$$

при $n = 0,025$

$$v = \frac{63 \cdot R}{0,575 + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{J} = k \cdot \sqrt{J}, \quad (2)$$

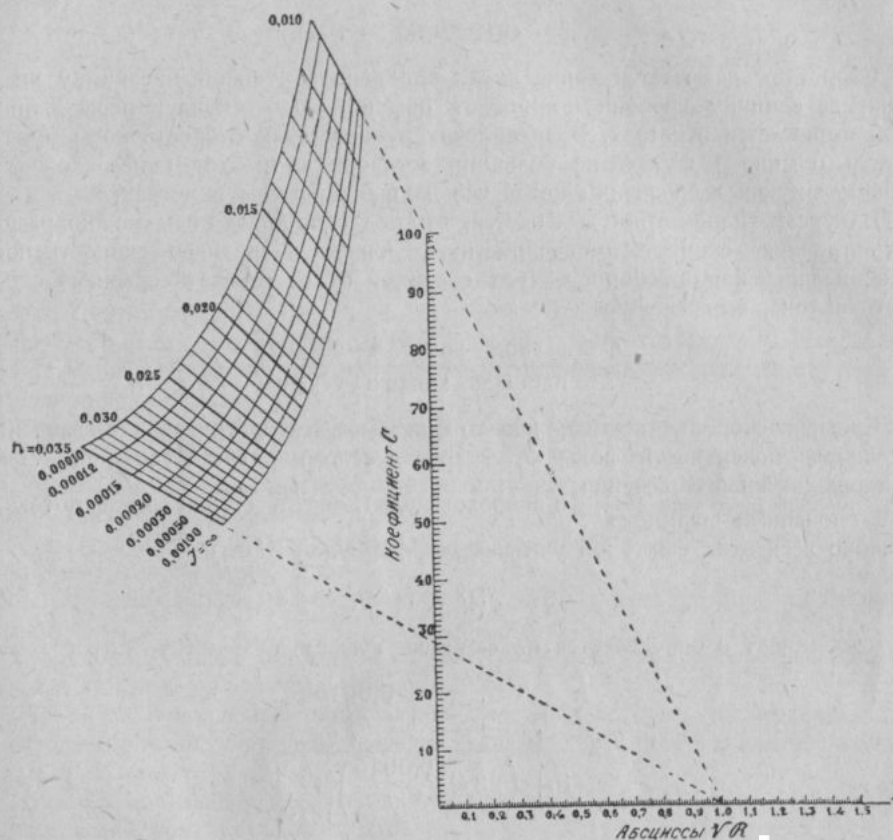


Рис. 109.

т. е. формулы уже удобные и для арифметического вычисления; но для упрощения и его приводим нижеследующие таблицы I и II, где коэффициент k , соответствующий определенному R , выраженному в метрах, берется непосредственно из таблиц.

Влияние уклона на коэффициент c весьма мало и при величинах первого в пределах 0,001—0,0005, а потому для целей практических и в этих случаях можно пользоваться приведенными таблицами. Для определения в формуле Гангюлье и Куттера коэффициента c по графику поступают следующим образом:

На графике по горизонтальной оси представлены величины \sqrt{R} ; на вертикали представлены величины искомого коэффициента c . Прямые линии, исходящие из точки $\sqrt{R} = 1$, дают значения n уклон же J изображен кривыми, пересекающими линии n .

На графике находят величину \sqrt{R} , соединяют линейкой с точкой пересечения данного уклона J с величиной n и в том месте, где линейка пересекает вертикальную линию (ординату), находят величину коэффициента c .

ТАБЛИЦА I

значений $k = \frac{56 \cdot R}{0,69 + \sqrt{R}}$ КОЭФИЦИЕНТА ОСНОВНОЙ ФОРМУЛЫ
 $v = k \cdot \sqrt{J} = (c \cdot \sqrt{R}) \cdot \sqrt{J}$ ПРИ КОЭФИЦИЕНТЕ ШЕРОХОВАТОСТИ
 $n = 0,030$

R м	k	R м	k	R м	k	R м	k	R м	k
0,10	5,56	0,30	13,60	0,50	20,0	0,70	25,69	0,90	30,77
0,11	6,02	0,31	13,95	0,51	20,3	0,71	25,95	0,91	31,02
0,12	6,49	0,32	14,3	0,52	20,6	0,72	26,21	0,92	31,24
0,13	6,92	0,33	14,6	0,53	20,9	0,73	26,48	0,93	31,49
0,14	7,36	0,34	14,95	0,54	21,2	0,74	26,73	0,94	31,73
0,15	7,80	0,35	15,28	0,55	21,5	0,75	26,99	0,95	31,97
0,16	8,2	0,36	15,6	0,56	21,8	0,76	27,26	0,96	32,21
0,17	8,6	0,37	15,92	0,57	22,1	0,77	27,52	0,97	32,45
0,18	9,0	0,38	16,25	0,58	22,4	0,78	27,77	0,98	32,69
0,19	9,4	0,39	16,57	0,59	22,7	0,79	28,05	0,99	32,92
0,20	9,87	0,40	16,9	0,60	22,9	0,80	28,28	1,00	33,14
0,21	10,25	0,41	17,2	0,61	23,22	0,81	28,53		
0,22	10,6	0,42	17,5	0,62	23,50	0,82	28,79		
0,23	11,0	0,43	17,8	0,63	23,79	0,83	29,03		
0,24	11,4	0,44	18,1	0,64	24,05	0,84	29,29		
0,25	11,76	0,45	18,4	0,65	24,33	0,85	29,53		
0,26	12,1	0,46	18,7	0,66	24,61	0,86	29,78		
0,27	12,5	0,47	19,0	0,67	24,88	0,87	30,04		
0,28	12,9	0,48	19,3	0,68	25,15	0,88	30,27		
0,29	13,25	0,49	19,6	0,69	25,42	0,89	30,52		

Также употребительно определение коэффициента c по Базену:

$$c = \frac{87}{1 + \frac{a}{\sqrt{R}}}, \quad (3)$$

Значения a находят из нижепомещаемой таблицы III. R — гидравлический радиус.

Для ускорения вычислений по новой формуле Базена в нижеследующей таблице IV непосредственно даются величины коэффициента c в зависимости от R по формуле (3).

Таблица II

значений $k = \frac{63 \cdot R}{0,575 + \sqrt{R}}$ коэффициента основной формулы
 $v = k \cdot \sqrt{J} = (c \sqrt{R}) \cdot \sqrt{J}$ при коэффициенте шероховатости $n = 0,025$

R м	k	R м	k	R м	k	R м	k	R м	k
0,10	7,07	0,30	16,84	0,50	24,57	0,70	31,25	0,90	37,23
0,11	7,62	0,31	17,25	0,51	24,92	0,71	31,57	0,91	37,52
0,12	8,21	0,32	17,67	0,52	25,27	0,72	31,88	0,92	37,78
0,13	8,75	0,33	18,07	0,53	25,52	0,73	32,18	0,93	38,07
0,14	9,29	0,34	18,49	0,54	25,97	0,74	32,49	0,94	38,35
0,15	9,82	0,35	18,90	0,55	26,31	0,75	32,79	0,95	38,64
0,16	10,34	0,36	19,30	0,56	26,65	0,76	33,11	0,96	38,92
0,17	10,85	0,37	19,70	0,57	26,99	0,77	33,41	0,97	39,20
0,18	11,35	0,38	20,10	0,58	27,33	0,78	33,70	0,98	39,48
0,19	11,84	0,39	20,49	0,59	27,67	0,79	34,04	0,99	39,75
0,20	12,33	0,40	20,88	0,60	28,00	0,80	34,31	1,00	40,00
0,21	12,81	0,41	21,26	0,61	28,34	0,81	34,60		
0,22	13,28	0,42	21,64	0,62	28,68	0,82	34,91		
0,23	13,74	0,43	22,01	0,63	29,01	0,83	35,19		
0,24	14,20	0,44	22,38	0,64	29,32	0,84	35,49		
0,25	14,65	0,45	22,75	0,65	29,65	0,85	35,77		
0,26	15,02	0,46	23,12	0,66	29,98	0,86	36,07		
0,27	15,53	0,47	23,49	0,67	30,30	0,87	36,37		
0,28	15,97	0,48	23,85	0,68	30,62	0,88	36,64		
0,29	16,40	0,49	24,21	0,69	30,94	0,89	36,94		

Таблица III

коэффициентов для формулы Базена

Классы	Характер русла	a
1	Канал из выстроганного дерева или гладко цементированный	0,06
2	Канал из обыкновенных досок, каменных плит или хорошо пригнанного кирпича	0,16
3	Канал из бутового камня	0,46
4	Канал в земле с каменными стенками или вымощенными откосами, тщательно содержимый, вода без взмученных частиц	0,85
5	Каналы и реки правильной формы и чистые	1,30
6	То же с каменистым или заросшим руслом	1,75

Таблица IV

СКОРОСТНЫХ КОЭФИЦИЕНТОВ С ПО ФОРМУЛЕ БАЗЕНА (3)

Гидр. рад. R в метрах	Кэф. шероховатости a						Гидр. рад. R в метрах	Кэф. шероховатости a					
	0,06	0,16	0,46	0,85	1,30	1,75		0,06	0,16	0,46	0,85	1,30	1,75
0,05	68,5	50,7	28,5	18,1	12,8	9,9	0,45	79,8	70,2	51,6	38,4	29,6	24,1
0,06	69,8	52,6	30,2	19,4	13,8	10,7	0,46	79,9	70,4	51,8	38,6	29,8	24,3
0,07	70,9	54,2	31,7	20,6	14,7	11,4	0,47	80,0	70,5	52,0	38,8	30,0	24,5
0,08	71,8	55,6	33,1	21,7	15,5	12,1	0,48	80,0	70,6	52,3	39,1	30,2	24,7
0,09	72,5	56,7	34,4	22,7	16,3	12,7	0,49	80,1	70,8	52,4	39,3	30,4	24,8
0,10	73,1	57,7	35,5	23,6	17,0	13,3	0,50	80,2	70,9	52,7	39,5	30,6	25,0
0,11	73,6	58,7	36,5	24,4	17,7	13,9	0,55	80,4	71,5	53,7	40,5	31,6	25,9
0,12	74,1	59,5	37,4	25,2	18,3	14,4	0,60	80,7	72,1	54,6	41,4	32,5	26,7
0,13	74,6	60,2	38,2	25,9	18,9	14,9	0,65	80,9	72,6	55,4	42,3	33,3	27,4
0,14	75,0	60,9	39,0	26,7	19,4	15,3	0,70	81,1	73,0	56,1	43,1	34,1	28,1
0,15	75,3	61,5	39,7	27,2	19,9	15,8	0,75	81,3	73,4	56,8	43,9	34,8	28,8
0,16	75,6	62,1	40,5	27,8	20,4	16,2	0,80	81,5	73,8	57,4	44,7	35,5	29,4
0,17	75,9	62,7	41,2	28,4	20,9	16,6	0,85	81,7	74,1	58,0	45,2	36,1	30,0
0,18	76,2	63,2	41,8	29,0	21,4	17,0	0,90	81,8	74,4	58,6	45,9	36,7	30,6
0,19	76,5	63,6	42,4	29,5	21,8	17,3	0,95	81,9	74,7	59,1	46,5	37,3	31,1
0,20	76,7	64,1	42,9	30,0	22,3	17,7	1,00	82,0	75,0	59,6	47,0	37,8	31,6
0,21	76,9	64,5	43,5	30,5	22,7	18,1	1,10	82,2	75,4	60,5	48,0	38,8	32,6
0,22	77,1	64,9	44,0	30,9	23,1	18,4	1,20	82,4	75,9	61,3	48,9	39,7	33,5
0,23	77,3	65,2	44,4	31,4	23,4	18,7	1,30	82,6	76,3	62,0	49,8	40,6	34,3
0,24	77,5	65,5	44,8	31,8	23,8	19,0	1,40	82,8	76,6	62,6	50,6	41,4	35,1
0,25	77,6	65,9	45,3	32,2	24,2	19,3	1,50	82,9	76,9	63,2	51,3	42,2	35,8
0,26	77,8	66,2	45,7	32,6	24,5	19,6	1,60	83,0	77,2	63,8	52,0	42,9	36,5
0,27	78,0	66,5	46,1	33,0	24,8	19,9	1,70	83,1	77,5	64,3	52,6	43,6	37,1
0,28	78,1	66,8	46,5	33,4	25,2	20,2	1,80	83,2	77,7	64,8	53,2	44,2	37,7
0,29	78,3	67,0	46,9	33,7	25,5	20,5	1,90	83,3	77,9	65,2	53,8	44,8	38,3
0,30	78,4	67,3	47,3	34,1	25,8	20,7	2,00	83,4	78,1	65,6	54,3	45,3	38,9
0,31	78,5	67,6	47,6	34,3	26,1	21,0	2,20	83,6	78,5	66,4	55,3	46,4	38,9
0,32	78,6	67,8	47,9	34,7	26,4	21,2	2,40	83,7	78,8	67,1	56,2	47,3	40,8
0,33	78,8	68,0	48,2	35,1	26,7	21,5	2,60	83,8	79,1	67,7	57,0	48,1	41,7
0,34	78,9	68,2	48,5	35,4	26,9	21,7	2,80	83,9	79,4	68,2	57,7	48,9	42,5
0,35	79,0	68,4	48,8	35,7	27,2	22,0	3,00	84,0	79,6	68,7	58,3	49,7	43,3
0,36	79,1	68,6	49,2	36,0	27,5	22,2	3,20	84,1	79,8	69,2	58,9	50,4	44,0
0,37	79,2	68,8	49,5	36,3	27,7	22,4	3,40	84,2	80,0	69,6	59,5	51,0	44,6
0,38	79,2	69,0	49,8	36,6	28,0	22,7	3,60	84,3	80,2	70,0	60,1	51,6	45,2
0,39	79,3	69,2	50,1	36,8	28,2	22,9	3,80	84,4	80,4	70,4	60,6	52,2	45,8
0,40	79,4	69,4	50,4	37,1	28,5	23,1	4,00	84,4	80,5	70,7	61,0	52,7	46,4
0,41	79,5	69,6	50,6	37,4	28,7	23,3	4,50	84,6	80,9	71,5	62,1	53,9	47,6
0,42	79,6	69,7	50,9	37,6	28,9	23,5	5,00	84,7	81,2	72,1	63,0	55,0	48,8
0,43	79,7	69,9	51,1	37,9	29,2	23,7	5,50	84,8	81,4	72,7	63,8	56,0	49,8
0,44	79,7	70,1	51,4	38,1	29,4	23,9	6,00	84,9	81,6	73,2	64,6	56,8	50,7

Менее употребительно определение коэффициента c по Маннингу:

$$c = \frac{1}{n} \cdot R^{0,166},$$

здесь n — тот же коэффициент шероховатости, что и в формуле Гангюлье и Куттера, R — гидравлический радиус.

Пользование этой формулой очень легко, если иметь под руками ниже-следующую табличку значений степеней R :

R	$R^{0,166}$	R	$R^{0,166}$	R	$R^{0,166}$	R	$R^{0,166}$	R	$R^{0,166}$
0,10	0,68	0,24	0,79	0,50	0,89	1,00	1,00	3,00	1,20
0,12	0,70	0,26	0,80	0,55	0,91	1,10	1,02	3,50	1,23
0,14	0,72	0,28	0,81	0,60	0,92	1,20	1,03	4,00	1,26
0,16	0,74	0,30	0,82	0,65	0,93	1,30	1,05	5,00	1,31
0,18	0,75	0,35	0,84	0,70	0,94	1,50	1,07	10,00	1,47
0,20	0,76	0,40	0,86	0,80	0,96	2,00	1,12		
0,22	0,78	0,45	0,88	0,90	0,98	2,50	1,18		

В последние годы предложена еще формула Н. Павловского в виде:

$$c = \frac{1}{n} R^y,$$

где y есть величина переменная, зависящая от величины гидравлического радиуса и от коэффициента шероховатости русла (при $R < 1$ м $y = 1,5 \sqrt{n}$; при $R > 1$ м $y = 1,3 \sqrt{n}$).

По наблюдениям Зап. оп.-мелиоративной организации значения коэффициента шероховатости n формулы Гангюлье и Куттера зависят не только от материала русла или рода грунта, но и от гидравлического радиуса. Для водоотводных каналов в земляном русле n оказывается равным 0,02 при работе канала полным сечением и оказывается равным 0,03—0,035 в том же канале при обычном летнем горизонте воды.

Пример. Определить скорость и расход воды в канале шириною по дну 0,6 м, глубиною 1 м, шириною по верху 2,6 м, при работе его полным сечением и при уклоне дна $J = 0,002$.

Площадь живого сечения

$$F = \frac{0,6 + 2,6}{2} \cdot 1 = 1,6 \text{ м}^2.$$

Смоченный периметр

$$U = 0,6 + 2 \cdot \sqrt{\left(\frac{2,6 - 0,6}{2}\right)^2 + 1^2} = 3,42 \text{ м}.$$

Гидравлический радиус

$$R = \frac{1,6}{3,42} = 0,47 \text{ м}, \quad \sqrt{R} = 0,688.$$

$$\sqrt{J} = \sqrt{0,002} = 0,045.$$

Скорость $v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{J}$.

По формуле Гангюлье и Куттера (сокращенной) при $n = 0,030$

$$c = \frac{56 \cdot \sqrt{R}}{0,69 + \sqrt{R}} = 28$$

и

$$v = 28 \cdot 0,68 \cdot 0,045 = 0,84 \text{ м/сек};$$

или непосредственно по таблице I величина

$$k = c \cdot \sqrt{R} = 20,$$

$$v = 20 \cdot 0,045 = 0,9 \text{ м/сек},$$

$$Q = 1,6 \cdot 0,9 = 1,44 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

По формуле Базена при $a = 1,75$ непосредственно из таблицы IV находим $c = 28,1$,

$$v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{J} = 28,1 \cdot 0,71 \cdot 0,045 = 0,90 \text{ м/сек},$$

$$Q = 1,6 \cdot 0,90 = 1,44 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

По формуле Маннинга при $R = 0,47$ м, $R^{0,166} = 0,88$

$$c = 0,88 \cdot \frac{1}{0,030} = 29,$$

$$v = 29 \cdot 0,71 \cdot 0,045 = 0,926,$$

$$Q = 0,926 \cdot 1,6 = 1,48 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

По формуле Павловского

$$c = \frac{1}{0,03} \cdot 0,68^{0,225} = 31.$$

При уклоне, меньшем 0,001, на величину c начинает оказывать заметное влияние и уклон, почему для получения точных результатов вычисление величины c ведется по полной формуле Гангюлье и Куттера; так например, если бы в предыдущем примере уклон J равнялся 0,001, то c по формуле приближенной равно попрежнему 28, а по точной формуле c равно 27; разница все же находится в пределах расхождения вычислений по разным формулам.

Скорость течения воды в канале должна быть, с одной стороны, настолько велика, чтобы дно его не заросло быстро водяными растениями и чтобы из воды не осаждались взмученные частицы почвы; с другой стороны, она не должна быть настолько велика, чтобы дно и откосы канала размывались водой. Установление этих пределов скоростей вследствие бесконечного различия грунтов и рода взмученных частиц не может быть точно.

НАИБОЛЬШАЯ СКОРОСТЬ ВОДЫ В КАНАЛАХ

По Флинну („Ирригационные каналы“) размывается: песчаное дно при скорости воды 0,91 м/сек, глинистое дно при 1,22 м/сек.

Проф. Тиме (курс гидравлики) приводит следующую таблицу наибольших допускаемых скоростей:

Рыхлая земля	0,076 м/сек
Жирная глина	0,152 "
Песок	0,305 "
Хрящ	0,609 "
Округленный гравий	0,914 "

Угловатый гравий	1,22 м/сек
Конгломераты, мягкий сланец	1,52 "
Слоистые твердые породы	1,83 "
Неслоистые твердые породы	3,05 "

Цифры взяты им, очевидно, у Морена, которым приводятся почти совпадающие значения.

Раунер („Искусственное орошение земельных угодий“) принимает максимальные скорости течения такие (в м/сек):

В иловатой земле	0,11 м/сек	В крупно-камен. гравии	1,86 м/сек
„ глинистой земле	0,23 "	„ скалисто-слоист.	2,27 "
„ песчаной земле	0,46 "	„ твердо-скалист.	3,70 "
„ гравии	0,96 "		
„ крупном гальке	1,23 "		

Проф. Черепашинский в курсе „Водоснабжение“ считает скорость безвредной, если она не превышает:

В легкой песчаной глине	0,5—0,6 м/сек
„ обыкновенной крепкой глине	0,8—0,9 "
„ твердой глине и гравии	0,9—1,2 "
„ мягкой скалистой породе	1,5—1,8 "

Эти же цифры приведены в курсе „Ирригация“ Рудинского.

По проф. Фридриху („Kulturtechnischer Wasserbau“) наибольшая скорость по многочисленным наблюдениям установлена следующая:

Иловатая почва и тощая глина	0,10 м/сек
Тонкий песок	0,15 "
Жирная глина	0,25 "
Суглинок и грубый речной песок	0,45 "
Хрящеватая почва	1,0 "
Грубо-каменистая почва	1,25 "
Конгломераты и сланцы	1,85 "
Слоистые горные породы	2,25 "
Твердые неслоистые породы	3,70 "

По Дюбуа скорости, при которых вода в состоянии увлекать своим течением:

Бурую горшечную глину	0,07 м/сек
Крупный желтый песок	0,22 "
Хрящ в анисовое зерно	0,11 "
Хрящ в горошину	0,19 "
Хрящ в боб	0,35 "

По Рейнгардту размывание различных грунтов начинается при скорости:

Иловатой земли	0,08 м/сек
Мелкого песка	0,11 "
Наносной глины	0,15 "
Плотной глины	0,30 "
Хрящеватого грунта	0,64 "
Гальки средней	1,00 "
Конгломератов	1,49 "

По справочной книге „Hütte“, для того чтобы дно каналов не разрушалось от действия воды, не должны быть превзойдены следующие скорости в одну секунду в грунтах:

Илистом или бурой горшечной глине	0,12 м/сек
Мелком песке	0,16 "
Обыкновенной и жирной глине	0,25 "
Речном песке жирном	0,50 "

В России Министерство путей сообщения принимало следующие допускаемые средние скорости:

В плотном песке	1,06 м/сек
„ плотном глинистом грунте	1,83 "

Приведенных цифр достаточно для заключения, что точно установленных норм наибольших скоростей не существует; многие из приведенных цифр дают слишком малые допускаемые скорости. Для целей практики наиболее подходящи высшие нормы Флинна: 0,91 м/сек для песчаного дна и 1,22 м/сек для глинистого дна, и нормы бывш. Министерства путей сообщения: для плотного песка 1,06 м/сек и глины 1,83 м/сек.

Постановлением Экспертно-технического совета Госплана СССР от 6 октября 1928 года установлены нижеследующие допускаемые скорости течения:

Илистый грунт	0,15 м/сек
Мелкий песок	0,25 "
Крупный песок, лёсс, одиночн. одерновка	0,80 "
Суглинок, супесок	0,55—0,95 "
Гравий и мелкая галька	1,25 "
Плотная твердая глина, дерновка в стенку	1,80 "
Одиночная мостовая	2,50 "
Двойная мостовая	3,50 "

Для торфяного грунта скоростей не установлено.

Наибольшая допускаемая скорость в торфяном грунте вследствие разнородности торфа весьма различна; по плотному волокнистому торфу вода может стекать без ущерба перепадами; весной на осушительных канавах в Раменской даче бывш. Московской губернии при скорости воды около 0,2 м/сек в воде некоторых канав взмучена масса крупных торфяных частиц, в других канавах при той же скорости вода идет совершенно прозрачная.

На болотах, при обычных условиях, размывания канав не приходится опасаться; напротив, они требуют частой прочистки вследствие зарастания осоками и заплывания илом; насколько можно судить по 2-годовалым наблюдениям над проходом весенних вод в Раменском лесничестве, средняя скорость воды в 0,6 м/сек в торфяном болоте при местных условиях совершенно безвредна.

Берш в „Handbuch der Moorkultur“, 1909 г., допускает в торфяной почве скорость воды, равную 1 м/сек. Этот же предел указывает и инженер Корнелла в книге „Die Entwässerung der Moore“.

Наибольшие скорости воды, безопасные для канала, при работе канала полным сечением, определяются Сев.-зап. оп.-мел. организацией по наблюдениям над состоянием каналов следующими величинами:

В пльвуне	0,20 м/сек.
„ мелком суглинке	0,50 "
„ крупном песке	0,70 "
„ плотной глине	0,80 "
„ ольшанниковом торфе	0,50 "
„ луговом торфе	0,80 "
„ сфагновом торфе	1,00 "
„ пушицево-сфагновом торфе	2—2,5 "

$F=0,24 \text{ м}^2$, $P=1,57 \text{ м}$, $R=0,153 \text{ м}$, $\sqrt{R}=0,39$, $\sqrt{J}=0,01$, $c=20$ (при $n=0,03$), $v=20 \cdot 0,39 \cdot 0,01=0,078 \text{ м/сек}$, т. е. менее самых осторожных норм, указанных ранее.

Так как однако дно канала быстро зарастает травой, то в действительности скорость еще менее вычисленной; помимо того, всякое случайное засорение канала, например обвалом откосов, устройством переходов и переездов, набрасыванием хвороста и пр., или подъем воды в каком-либо месте на $0,2 \text{ м}$, поднят: весьма малое, распространится при уклоне $0,0001$ на длину более чем 2000 м , так как подпор текущей воды, как будет указано ниже, распространяется не по горизонтальной плоскости, а по кривой, приближающейся к параболе. Изложенное приводит к заключению, что при уклоне в $0,0001$ осушительный канал может исправно функционировать только при весьма тщательном уходе за ним.

При наибольшем уклоне в $0,005$ скорость будет в предыдущем примере $0,6 \text{ м/сек}$, следовательно вполне допустимой; но наибольшая скорость должна рассчитываться не при обычном горизонте воды в канаве, а при высшем, признав за последний для большей надежности высоту в уровень с поверхностью болота; тогда в канале шириною по дну 1 м , откосах $1:1$ и глубине 1 м наибольшая скорость, вычисленная по формуле, будет $v=c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{J}=28 \cdot 0,72 \cdot 0,071=1,43 \text{ м/сек}$, т. е. уже песчаное и глинистое дно будет размываться.

Поэтому для магистральных канав как наибольший уклон можно указать $0,002$, наименьшим же для каналов с площадью водосбора более 10000 га признается $0,0002$, однако этот малый уклон делает осушку ненадежной, вследствие малой скорости и значительного влияния подпора; лучшими пределами уклонов для магистральных канав можно считать от $0,0005$ до $0,001$, считая под магистралями канавы протяжением в несколько километров. Чем меньше водосбор, тем меньше опасности в большом уклоне.

Уклоны боковых канав, имеющих размеры по дну около $0,40 \text{ м}$ и глубину не более $1,1 \text{ м}$, могут достигать в торфяном грунте без ущерба для их состояния $0,005$; как уже указано, направление боковых канав под углом к горизонталям дает возможность придавать им уклон, отличающийся как от продольного уклона болота, так и от поперечного, от краев к середине. При недостаточном уклоне болота имеется некоторая возможность увеличивать уклон боковых канав искусственно, именно постепенно их углубляя от верховья к магистрали, что дает заметное увеличение; например при $0,70 \text{ м}$ глубины в начале канала и $1,07 \text{ м}$ в устье, при длине канала 1000 м искусственное увеличение уклона будет $\frac{1,07-0,70}{1000}=0,00037$, т. е. настолько большое, что канава может идти на этом протяжении по горизонтальной местности.

При продольном уклоне болота более $0,002$ рекомендуется по большой магистральной канаве устраивать перепады; вообще говоря, их не может быть большое число; например при уклоне поверхности болота $0,003$ и высоте перепадов $0,6 \text{ м}$ устраивать перепады пришлось бы на расстоянии

$$\frac{0,60}{0,003-0,002}=600 \text{ м.}$$

Вместо перепадов предпочтительнее устраивать на канале быстротоки, участки с большим уклоном, протяжением $10-20 \text{ м}$, укрепленные фашинами или камнем.

При начале весеннего таяния снега и после сильного дождя уровень воды в канале значительно поднимается, в реке же в это время уровень воды остается еще без изменения; вследствие этого в канале, близ устья его, поверхность воды принимает уклон больший, чем уклон дна. А так как скорость течения зависит от уклона поверхности воды, а не дна канала, то скорость течения в таких случаях становится выше допустимой, канал размывается, и выносы из него отлагаются в реке. Спрявленная речка Ухлясть близ города Быхова в Белоруссии образовала в Днепре своими выносами песчаную косу. Имея в виду указанное обстоятельство, не следует придавать дну магистральных канав, близ устья их, предельно больших уклонов.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

ОТКОСЫ ОСУШИТЕЛЬНЫХ КАНАВ

Всякий рыхлый грунт, свободно насыпаемый в кучу, образует земляной конус (рис. 112 и 113). Прямая l , соединяющая вершину конуса с основанием, называемая в геометрии образующей конуса, на поперечном профиле канала соответствует длине откоса.

Перпендикуляр h , опущенный из вершины конуса на основание, называемый высотой конуса, аналогичен высоте откоса; линии r — радиусу основания конуса на профиле канала соответствует заложение откоса.

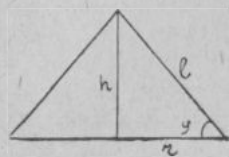


Рис. 112.

Угол между образующей конуса и горизонтальной плоскостью, получившийся при свободном насыпании грунта и соответствующий крутизне откоса, называется углом естественного откоса данного грунта; крутизну откоса выражают еще отношением длины заложения

его к высоте, в данном случае: $\frac{r}{h} = \text{ctg } \varphi$, и по величине этого отношения называют откос половинным ($1/2:1$), одиночным ($1:1$), полуторным ($1 1/2:1$), двойным ($2:1$) и т. д.; вообще заложение откоса n -ое при $\frac{r}{h} = n$.

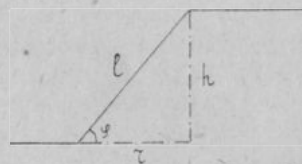


Рис. 113.

Угол естественного откоса грунта зависит от величины трения частиц грунта друг о друга, которая значительно изменяется для одного и того же грунта в зависимости от степени его влажности. Средние величины угла естественного откоса приведены в следующей таблице:

Название грунта	Угол естеств. откоса	Отношение залож. откоса к его выс.
Сухой глинистый грунт	40—46°	1,07 : 1
Мокрый глинистый грунт	20—25°	2,4 : 1
Песок	30—40°	1,4 : 1
Мокрая насыпная земля	30—37°	1,5 : 1
Мокрый гравий	25°	2,1 : 1
Мокрый каменный щебень	35—40°	1,3 : 1
Вода	0°	∞ : 1

Мокрый грунт образует более пологие откосы, чем тот же грунт сухой, так как смоченные частицы земли легче перемещаются друг относительно друга; мокрый мелкий песок-пльвун подобно воде в откосах вовсе не держится.

Грунт целинный, не разрыхленный, держится при гораздо более крутых откосах; так, сухая глина может держаться вертикальной стенкой высотой до 10 м, сырая—до 4 м; растительная земля (перегной с песком и глиною, чернозем) во влажном состоянии может держаться в вертикальных откосах высотой до 1,4 м, но при избытке воды обращается в грязь и расплзается; плотный торф держится отвесно высотой 1,5—2 м продолжительное время, не поддаваясь размыванию воды; торф жидкий плывет при всяком откосе.

При устройстве канав крутизна их откосов имеет большое значение, особенно при незначительной ширине дна; обвал откоса в этом случае засоряет дно во всю его ширину. Хотя каналы роются обычно в грунте нетронутом, целинном, угол откосов их однако никак не должен быть более угла естественного откоса соответствующего грунта, так как: 1) стекающая в канаву сверху, по стенкам ее, верховая вода увлекает за собою с откосов частицы земли, особенно при песчаном и глинистом грунтах; 2) вода грунтовая, попадающая в канаву просачиванием сквозь стенки, вызывает вследствие оказываемого значительного бокового давления обвал их; 3) движущаяся по дну канавы вода подмывает откосы снизу, особенно песчаные, и вызывает этим часто обрушение их и при достаточно пологом заложении; 4) пасущийся на лугах и болотах скот, подходя к канавам для водопоя или просто переходя их, значительно обваливает откосы; попав же в глубокую канаву с крутыми откосами, не может выйти из нее и при недосмотре гибнет.

Приводимые различными авторами величины откосов каналов довольно схожи между собой и могут быть сведены в следующую таблицу:

Рыхлая земля, песок, чернозем	$1 3/4 - 2 1/2$
Обыкновенная земля, песчано-глинистая, глинистая или глинисто-песчаная почва	$1 1/2$
Песчаная почва	$1 1/4 - 2$
Плотная глина, гончарная глина	$1 - 1 1/2$
Мягкий водянистый торф	$1 1/2 - 2 1/2$
Обыкновенный торф	$1 - 1 1/2$
Сухой торф, торф моховой, малоразложившийся	$1/2$

Западная экспедиция по осушению болот придавала канавам и в торфяном грунте откосы одиночные, двойные, смотря по связности торфа; в глинистом и песчаном грунтах каналы делались с полуторными и двойными откосами, в пльвучих грунтах откосы доводились до тройных; прорываемые самим населением на полях и лугах осушительные каналы имеют откосы обычно половинные, т. е. весьма крутые; вызывается это следующими причинами:

1) Значительным увеличением земляных работ при устройстве откосов более пологих; так например при глубине канавы в 1 м, ширине 0,5 м, площадь поперечного сечения будет:

При откосах	половинных	1,000 м ²
"	" одиночных	1,250 "
"	" полуторных	1,750 "
"	" двойных	2,250 "

т. е. отношение объема земляных работ выразится соответственно как 1:1,25:1,75:2,25; помимо быстрого увеличения объема выемки работа усложняется еще увеличением расстояния, на которое приходится бросать вынимаемую из канавы землю.

2) На полях приходится считаться с тем, что при пологих откосах канавы занимают значительную полосу на поверхности поля, а также и вал вынутой земли (кавальер) достигает значительной высоты и ширины; на болотах с потерей площади земли под канаву считаться еще не приходится.

3) Некоторую роль играет и зарастание откосов растительностью; на откосах половинных может держаться только очень редкая трава; на полуторных развивается обычно трава весьма густая; поэтому на полях полуторные откосы канав даже опасны вследствие стремления сорных трав перейти с откосов на культурную площадь.

4) При пологих откосах ширина канав поверху значительно увеличивается, а это удорожает устройство проездов и переходов.

Сводя все данные и личные наблюдения к простейшему виду, можно принять к руководству следующие величины заложения откосов на крупных магистральных канавах:

В песчаном грунте	2:1
„ глине	1½:1
„ торфе	1:1

Откос канавы в слабо разложившемся моховом торфе сохраняет свою правильную форму и чистоту много лет, покрываясь иногда лишь отдельными растениями.

Откосы в разложившемся травяном торфе имеют различную устойчивость в зависимости от положения относительно солнца. Освещаемые солнцем откосы держатся слабее; они дают трещины при сильном высыхании, шелушатся при замерзании ночью и оттаивании днем.

Практика прорытия боковых канав в торфяном грунте даже с вертикальными (нулевое заложение) откосами указывает в некоторых случаях на устойчивость и таких канав, при этом вертикальный откос имеет даже свое преимущество; именно он сам, а тем более дно узкой канавы с таким откосом, труднее промерзает, и потому канава не прерывает своего дренажного действия часто в течение всей зимы.

В руководстве по культуре болот Берша также указывается, что на неразложившемся моховом болоте канавы могут быть выкопаны с вертикальными откосами.

В курсе гидравлики доказывается, что трапециoidalный канал для пропуска заданного объема воды может иметь наименьший размер, если откосы его образуют с горизонтом угол в 60°, что соответствует заложению откоса 0,58:1, очень близкому к 0,5:1. Поэтому мелким осушительным канавам в связном торфяном грунте вполне целесообразно давать половинный откос, а не ординарный или нулевой.

В случае устройства пологих откосов при интенсивном хозяйстве на торфяном грунте рекомендуется засевать их травами: клевером ползучим, люцерной, канареечником, овсяницей, полевицей, мятликом, манником. Откос перед посевом разрыхляется железными граблями, а после посева уплотняется деревянной лопатой.

Двойной откос в песчаном грунте требует большой ширины канавы поверху и большой земляной выемки, поэтому следует подсчитать, не обойдется ли дешевле устройство в таком грунте полуторного откоса с искусственным укреплением его. Надлежащее укрепление полуторного откоса в супесчаном грунте делает его более устойчивым, чем двойной откос без укрепления.

Глубина канав	Длина обоих откосов при заложении:			Глубина канав	Длина обоих откосов при заложении:		
	0,5:1	1:1	1½:1		0,5:1	1:1	1½:1
0,10	0,22361	0,2828	0,36556	0,45	1,00623	1,27260	1,62250
0,11	0,24597	0,31108	0,39661	0,46	1,02859	1,30088	1,65855
0,12	0,26833	0,33936	0,43267	0,47	1,05095	1,32916	1,69461
0,13	0,29069	0,36764	0,46872	0,48	1,07331	1,35744	1,73066
0,14	0,31305	0,39592	0,50478	0,49	1,09567	1,38572	1,76772
0,15	0,33541	0,42420	0,54083	0,50	1,11803	1,41400	1,80278
0,16	0,35777	0,45248	0,57689	0,51	1,14039	1,44228	1,83883
0,17	0,38013	0,48076	0,61294	0,52	1,16275	1,47056	1,87489
0,18	0,40249	0,50904	0,64900	0,53	1,18511	1,49884	1,91094
0,19	0,42485	0,53732	0,68505	0,54	1,20747	1,52714	1,94700
0,20	0,44721	0,56560	0,72111	0,55	1,22983	1,55540	1,98305
0,21	0,46957	0,59388	0,75717	0,56	1,25219	1,58368	2,01911
0,22	0,49193	0,62216	0,79322	0,57	1,27455	1,61196	2,05516
0,23	0,51429	0,65044	0,82928	0,58	1,29691	1,64024	2,09122
0,24	0,53665	0,67872	0,86533	0,59	1,31928	1,66852	2,12727
0,25	0,55901	0,70700	0,90139	0,60	1,34164	1,69680	2,16333
0,26	0,58138	0,73528	0,93744	0,61	1,36400	1,72508	2,19939
0,27	0,60374	0,76356	0,97350	0,62	1,38636	1,75336	2,23544
0,28	0,62610	0,79184	1,00955	0,63	1,40872	1,78164	2,27150
0,29	0,64846	0,82012	1,04561	0,64	1,43108	1,80992	2,30755
0,30	0,67082	0,84840	1,08167	0,65	1,45344	1,83820	2,34361
0,31	0,69318	0,87668	1,11772	0,66	1,47580	1,86648	2,37966
0,32	0,71554	0,90496	1,15378	0,67	1,49816	1,89476	2,41572
0,33	0,73790	0,93324	1,18983	0,68	1,52052	1,92304	2,45177
0,34	0,76026	0,96152	1,22589	0,69	1,54288	1,95132	2,48783
0,35	0,78262	0,98980	1,26194	0,70	1,56524	1,97960	2,52389
0,36	0,80498	1,01808	1,29800	0,71	1,58760	2,00788	2,55994
0,37	0,82734	1,04636	1,33405	0,72	1,60996	2,03616	2,59600
0,38	0,84970	1,07464	1,37011	0,73	1,63232	2,06444	2,63205
0,39	0,87206	1,10292	1,40616	0,74	1,65468	2,09272	2,66811
0,40	0,89442	1,13120	1,44222	0,75	1,67705	2,12100	2,70416
0,41	0,91678	1,15948	1,47828	0,76	1,69941	2,14928	2,74022
0,42	0,93915	1,18776	1,51433	0,77	1,72177	2,17756	2,77627
0,43	0,96151	1,21604	1,55039	0,78	1,74413	2,20584	2,81233
0,44	0,98387	1,24432	1,58644	0,79	1,76649	2,23412	2,84838

Глубина канав	Длина обоих откосов при заложении:			Глубина канав	Длина обоих откосов при заложении:		
	0,5 : 1	1 : 1	1 1/2 : 1		0,5 : 1	1 : 1	1 1/2 : 1
0,80	1,78885	2,26240	2,88444	1,16	3,28048	4,18244	
0,81	1,81121	2,29062	2,92050	1,17	3,30876	4,21849	
0,82	1,83357	2,31896	2,95655	1,18	3,33704	4,25455	
0,83	1,85593	2,34724	2,99261	1,19	3,36532	4,29060	
0,84	1,87829	2,37552	3,02866	1,20	3,39360	4,32660	
0,85	1,90065	2,40380	3,06472	1,21	3,42188	4,36272	
0,86	1,92301	2,43208	3,10077	1,22	3,45016	4,39877	
0,87	1,94537	2,46036	3,13683	1,23	3,47844	4,43483	
0,88	1,96773	2,48864	3,17288	1,24	3,50572	4,47088	
0,89	1,99009	2,51692	3,20894	1,25	3,53500	4,50694	
0,90	2,01245	2,54520	3,24500	1,26	3,56328	4,54299	
0,91	2,03481	2,57348	3,28105	1,27	3,59156	4,57905	
0,92	2,05718	2,60176	3,31711	1,28	3,61984	4,61510	
0,93	2,07954	2,63004	3,35316	1,29	3,64812	4,65116	
0,94	2,10190	2,65832	3,38922	1,30	3,67640	4,68722	
0,95	2,12426	2,68660	3,42527	1,31	3,70468	4,72327	
0,96	2,14662	2,71488	3,46133	1,32	3,73286	4,75933	
0,97	2,16898	2,74316	3,49738	1,33	3,76124	4,79538	
0,98	2,19119	2,77144	3,53344	1,34	3,78952	4,83144	
0,99	2,21370	2,79972	3,56949	1,35	3,81780	4,86749	
1,00	2,23606	2,82800	3,60555	1,36	3,84608	4,90355	
1,01		2,85628	3,64161	1,37	3,87436	4,93890	
1,02		2,88456	3,67766	1,38	3,90264	4,97586	
1,03		2,91284	3,71372	1,39	3,93092	5,01171	
1,04		2,94112	3,74977	1,40	3,96920	5,04777	
1,05		2,96940	3,78583	1,41	3,98748	5,08383	
1,06		2,99768	3,82188	1,42	4,01576	5,11988	
1,07		3,02596	3,85794	1,43	4,04404	5,15594	
1,08		3,05424	3,89399	1,44	4,07232	5,19199	
1,09		3,08252	3,93005	1,45	4,10060	5,22805	
1,10		3,11080	3,96611	1,46	4,12888	5,26400	
1,11		3,13908	4,00216	1,47	4,15716	5,30016	
1,12		3,16746	4,03822	1,48	4,18544	5,33621	
1,13		3,19564	4,07427	1,49	4,21372	5,37237	
1,14		3,22392	4,11033	1,50	4,24200	5,40833	
1,15		3,25220	4,14638				

При пересечении канавою мелкого насыщенного водою песка или илистого грунта всякий пологий откос является недостаточным, и единственным средством предохранения откоса от обвала или сползания его на дно канавы является искусственное укрепление откоса.

Глубина канавы и заложение откоса определяют длину откоса; при n -ом заложении и глубине h длина откоса $l = \sqrt{h^2 + (nh)^2} = h \cdot \sqrt{1 + n^2}$.

При $n = 1/2$	$\sqrt{1 + n^2} = 1,118$
1	$\sqrt{1 + n^2} = 1,414$
1 1/4	$\sqrt{1 + n^2} = 1,601$
1 1/2	$\sqrt{1 + n^2} = 1,803$
1 3/4	$\sqrt{1 + n^2} = 2,016$
2	$\sqrt{1 + n^2} = 2,236$

Для ускорения вычисления общей длины обоих откосов канавы (или площади обоих откосов на протяжении 1 погонной единицы канавы) составлены таблицы (см. стр. 147 и 148).

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ ГЛУБИНА КАНАВ

Глубина осушительных канав должна определяться в соображении с четырьмя различным порядком условиями; она должна быть рациональна:

- 1) агрономически или лесоводственно, т. е. соответствовать нуждам растений и быть достаточно большой, чтобы оказывать влияние на горизонт грунтовой воды, понижая его на определенное расстояние от поверхности земли и в сырые годы, но и не настолько большой, чтобы способствовать гибели растений в засушливые годы;
- 2) технически, т. е. размеры ее должны быть таковы, чтобы выполнение их не требовало излишних, непроизводительных расходов и чтобы поперечный профиль канав сохранился возможно долгое время;
- 3) гидравлически, понимая под этим способность канавы пропускать при данной площади поперечного сечения наибольшее количество воды;
- 4) экономически, т. е. чтобы стоимость работ была наименьшая.

УСЛОВИЯ АГРОНОМИЧЕСКИЕ

Решающую роль имеют, разумеется, требования рациональности агрономической и лесоводственной, которые изменяются в зависимости от рода осушаемой площади и цели осушения.

Растения требуют определенной влажности почвы. По опытам в сосудах на Бременской опытной станции наилучшая для растений влажность на низинных болотах — 65%, на высоких — 85%. Влажность почвы поддерживается из запаса грунтовых вод, поднимаемых вверх силою капиллярности, и зависит преимущественно от положения уровня грунтовой воды, капиллярности почвы и влагоемкости ее.

Существуют три главнейшие сельскохозяйственные угодия: пашня, луг и лес, и свойственные этим угодиям растения предъявляют различные требования к грунтовым водам. Литературные данные по этому вопросу дают согласные указания о благоприятнейшем для растений стоянии горизонта грунтовых вод для лугов.

Лучшими природными наблюдениями у нас до сих пор являются наблюдения А. Колесова на лугу долины р. Лопани при с. Дергачах Харьковского округа. А. Колесов на основании многолетних наблюдений над уровнем воды р. Лопани установил среднюю высоту воды в ней за апрель—сентябрь месяцы и назвал эту высоту ординаром; высший горизонт воды в Лопани в среднем за 1891—1898 гг. устанавливался 12 апреля (н. ст.). Затем всю площадь в 123 га поймы р. Лопани в пределах пользования бывшего земледельческого училища А. Колесов делит по высоте на три зоны:

- 1) возвышенные места, или горбы, никогда не затопляемые, выше 1,15 м над ординаром;

2) собственно поемный луг, затопляемый весной, но свободный от воды летом, высотой от 0 до 1,15 м над ординаром;

3) низменные места, лежащие ниже ординара.

Наибольшее число ботанических видов и наибольший урожай травы оказались на высоте 0,53—0,71 м над ординаром, и потому эту зону высоты Колесов считает самую благоприятную для развития естественной луговой флоры. Наблюдений над расстоянием от поверхности луга уровня грунтовой воды Колесовым не производилось, и можно лишь полагать, что в апреле и в начале мая грунтовая вода стоит выше речной, а в конце мая, в июне и в июле — на одном уровне или ниже горизонта воды в реке вследствие большого испарения с луга. Таким образом можно приближенно считать, что по наблюдениям А. Колесова самую благоприятную глубину залегания грунтовых вод для естественного луга является глубина 0,53—0,71 м. По мнению Усова („Культура болот“) уровень подпочвенных вод должен находиться сантиметра на 53 от поверхности, если болото предназначено для луга. В справочной книге русского сельского хозяина (издание Девриена) указано, что для полей высота подпочвенной воды должна равняться 1—1 $\frac{1}{4}$ м (0,47—0,59 саж.) от поверхности, а для лугов 0,5—0,6 м. В книге „Kulturtechnischer Wasserbau“ проф. Фридрих (Friedrich) считает, что уровень грунтовой воды должен быть ниже поверхности земли:

на лугах	0,5 — 0,75 м
„ пашнях	0,75 — 1,25 „
в садах	1,0 — 1,3 „

М. Флейшер (M. Fleischer) для Германии указывает наилучшую глубину грунтовой воды на лугах 0,50 м, на пастбищах 0,60—0,80 м. Инженер Корнелла по своим наблюдениям в Галиции считает лучшей глубину грунтовых вод для лугов 0,3—0,5 м, для полей 0,5—0,8 м. Крюгер („Kulturtechnischer Wasserbau“) дает для лугов 0,3—0,5 м, пастбищ 0,6—0,8 м, полей 0,9—1,2 м.

Влияние грунтовых вод на урожай чистых культур и травяных смесей исследовалось в 1916 году на Баглачевском опытном поле Владимирского округа; опыты производились на делянках в 4,55 м², грунтовые воды наблюдались в смотровых колодцах. Приведем результаты лишь для 4 травяных смесей следующего состава:

Состав смеси	С м е с и			
	1	2	3	4
	Высеяно килограммов на гектар (= 0,915 дес.)			
Красный клевер	7,5	5,6	5,6	3,8
Тимофеевка	11,3	7,5	5,6	3,8
Шведский клевер	—	1,9	1,9	3,8
Лисохвост лугов.	—	3,8	3,8	4,5
Овсяница лугов.	—	—	3,8	5,6
Костер безостый	—	—	3,8	4,5
Полевица белая	—	—	—	2,3

грунтовой воды, ниже которого итти не могут; если таковой оказывается близко от земли, то сосна развивает вместо обычного стержневого корня боковые разветвления и при этом, достигнув некоторой высоты, замедляет свой рост. Поэтому, вообще говоря, как на сенокосных, так и на лесных болотах проведение осушительных канав небольшой глубины, соответственно 0,8 и 1,0 м, и на близком друг от друга расстоянии (до 100 м) переосушения вызвать не может, оно вызовет только лишние расходы на мелиорацию.

Прорытие глубоких канав по торфяному болоту вызывает значительную осадку торфа; этим может быть нанесен ущерб растущему лесу, так как вследствие осадки торфа обнажатся корни деревьев.

На глубоком, слабо разложившемся моховике понижение грунтовой воды не может быть достигнуто непосредственным действием даже очень глубокой канавы, а достигается это понижение лишь косвенно тем, что стекающая в канавы вода освобождает поверхность моховика и дает возможность испаряться грунтовой воде в атмосферу. В таких условиях и для осушения леса следует придавать канавам лишь такую наименьшую глубину, которая была бы достаточна для отвода поверхностных вод, т. е. глубину, после осадки торфа, в 0,8 м и даже менее.

УСЛОВИЯ ТЕХНИЧЕСКИЕ

1) По мере углубления канавы быстро увеличивается трудность выбрасывания земли из нее; при глубине более 1,4 м приходится уже землю выкидывать в два приема. По нормам Урочного положения эта трудность учитывается следующими цифрами:

для копания рыхлой земли из рвов глубиной		
не более 1,4 м на 1 м ³ полагать	0,1	землекопа
при глубине 1,4—2,1 м	0,13—0,16	"
" " 2,1—2,8 "	0,17—0,22	"

2) Помимо того борьба с напорающей водою, со спалзыванием откосов и прорывом их под влиянием бокового давления воды в глубокой канаве гораздо труднее.

Вследствие указанных двух причин экономически может иногда оказаться выгоднее рыть две канавы в сумме даже большего объема, чем одну более глубокую. При густых зарослях, когда расчистка полосы под канаву требует значительного труда, может создаться положение обратное: выгоднее рыть одну глубокую канаву, чем корчевать пни под две мелкие. Вообще говоря, при глубине более 1,4 м расценка на работу устанавливается повышенная.

3) На глубину канавы оказывает значительное влияние глубина залегания и род подпочвы. Слой торфа на болотах подстилается обычно песком или глиною. Если подстилает песок-пльвун, представляющий жидкую подвижную массу, то углубление дна канавы в такой грунт сопряжено с необходимостью вычерпывания пльвуна, напорающего со дна и с боков, и с необходимостью немедленного закрепления откосов. Если подстилает песок средней крупности, не оплывающий, то действием текущей и даже стоячей воды он подмывается и обрушивается. Следовательно, как правило, надлежит принять положение, что в песчаный грунт дно канав врезать не следует. Но в то же время через песчаный грунт наиболее легко поступление воды в канаву; поэтому следует принять второе положение, что если желательно достичь заметного понижения грунтовых вод, то дно осушительной канавы

надлежит по возможности доводить до песчаного грунта. Поэтому, если глубина торфа, лежащего на песке, находится в пределах 0,9—1,4 м, то и глубина осушительных канав может приниматься в этих же пределах; если же глубина торфа более 1,5 м, то от доведения дна осушительной канавы до песка приходится отказаться и установить глубину соответственно потребностям растений, т. е. около 1,1 м.

Если болото подстилается слоем сцементированной породы — ортштейна, то прорезывание его канавою, вообще говоря, желательно, но это весьма затрудняет работу, так как порода часто не поддается ударам лопаты, и приходится куски ортштейна выламывать или вырубать соответствующими орудиями (заступами, ломами и др.).

Глиняный слой под торфяным болотом при залегании его на глубине 0,7—1,1 м полезно затронуть дном осушительных канав, так как такое дно медленнее зарастает водными растениями, чем торфяное.

Врезывание дна канав в глиняную или песчаную подпочву на глубину, большую предполагаемой глубины малой воды в канавках, нежелательно, если то не вызывается другими причинами, так как при уровне воды в канаве ниже границы торфяного и подстилающего его грунта нарушается капиллярное поднятие воды по торфу вверх, а это поднятие весьма полезно для растений в засушливое время.

4) При выклинивании грунтовых вод, богатых соединениями железа, выделяющимися из воды при выходе ее на поверхность в виде бурого осадка, канавы, перехватывающие их, во избежание более быстрого, чем при обычных условиях, заплывания, назначаются несколько глубже прочих канав.

При наличности восходящего снизу тока грунтовой воды понижение горизонта ее может быть достигнуто только глубоким и густо устроенным дренажем; прорытие глубоких, на всем протяжении открытых, канав дорого само по себе и отнимает уже заметную площадь культурной земли.

5) Взамен углубления канавы возможно при напоре воды снизу устраивать на дне канавы на определенных расстояниях колодцы, высверливаемые земляным буром до водонапорного слоя. В скважины вставляются трубы, пучки хвороста и пр. Вода энергично поступает из трубы в канаву. (Такой способ применен в 1909 году на поле Тимирязевской с.-х. академии, также на Бременской опытной станции).

6) Глубина канав обуславливается еще и родом их, и изложенное выше относится к канавам собственно осушительным, т. е. преимущественно к боковым; глубина же магистральных каналов, служащих главным образом для осушения непосредственно прилегающей полосы болота, но для отвода воды, поступающей из боковых канав, обуславливается на первом месте требованиями гидравлики о достаточной пропускной способности канала, уклоне дна канала, скорости воды в нем и т. п. и затем в случае возможности также и требованиями о наиболее благоприятной для растений высоте горизонта грунтовых вод.

Дно магистрали должно быть на 0,1—0,2 м ниже дна впадающих боковых канав.

По мере принятия боковых канав сечение магистрали должно рассчитываться все на больший и больший расход воды, и это увеличение ее пропускной способности достигается обычно не только уширением дна, но и углублением его. При незначительном продольном уклоне поверхности болота и при горизонте воды в приемнике магистрального канала достаточно низком глубина магистральной канавы увеличивается от начала ее к устью

в целях увеличения уклона дна ее. При горизонтальности болота в поперечном направлении глубина магистрального канала должна быть для облегчения поступления воды из боковых канав назначена также большей, чем то требуется условиями развития растений. Представляются и случаи обратные: например, если магистраль отводит воду на значительное расстояние от осушаемого участка и проходит по угодьям, которые в осушении не нуждаются, или таковое не входит в проект, то магистрали может придаваться глубина только достаточная для пропуска воды; случай этот представляется при необходимости вести канал по соседним землям при прохождении его по узкой долине. При наличии подпора водою приемника (реки, пруда) придавать магистральному каналу в сфере влияния подпора обычную глубину также бесполезно и помимо того трудно выполнимо.

7) При пересечении каналом на торфяном болоте выступов минерального грунта следует предусмотреть то обстоятельство, что дно канала в торфяном грунте вследствие осадки торфа опустится, что вызовет застой воды перед минеральным выступом. Поэтому следует при пересечении минерального выступа придать каналу в этом месте первоначальную глубину на 0,1 м большую, чем в части, проходящей по торфяному грунту.

УСЛОВИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ

Пропускная способность канавы зависит от площади поперечного сечения ее и скорости воды в ней; скорость же воды зависит между прочим от гидравлического радиуса сечения:

$$R = \frac{\text{площадь поперечного сечения}}{\text{смоченный периметр}}$$

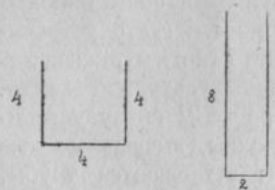


Рис. 115.

Два сечения одинаковой площади могут иметь различный гидравлический радиус, а следовательно и скорость воды в них будет различна. Например квадратное сечение площадью 16 кв. единиц имеет гидравлический радиус всего $\frac{16}{12} = 1,33$ единицы; прямоугольное сечение той же площади 16 кв. единиц, имея ширину основания в 2 единицы, имеет гидравлический радиус всего $\frac{16}{18} = 0,88$ единиц (рис. 115); поэтому скорость и расход воды при прочих равных условиях в канале квадратного сечения более, чем в канале прямоугольном с отношением сторон 8:2, примерно в $\sqrt{\frac{1,33}{0,88}} = 1,22$ раза, так как $v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{J}$.

Следовательно отношение между глубиной канала и шириной поперечного профиля его сечения небезразлично для пропускной способности, и правильно выбранная форма сечения может заменить собою напрасную трату на увеличение площади поперечного сечения канала неудачного профиля.

В курсах гидравлики выведено, что гидравлически выгоднейшее трапециoidalное сечение имеет глубину

$$h = \sqrt{\frac{F \cdot \sin \alpha}{2 - \cos \alpha}}$$

где F — площадь сечения, α — угол откоса канавы с горизонтом, h — глубина гидравлически выгоднейшего сечения.

Из предыдущего уравнения видно, что величина h зависит от угла наклона откоса, т. е. от заложения откоса, которое устанавливается обычно в зависимости от рода грунта. Если же отвлечься от рода грунта и выбирать поперечное сечение канала, руководствуясь лишь гидравлическими соображениями, то необходимо решить вопрос: при каком угле наклона α откоса данная площадь F трапециoidalного поперечного сечения будет иметь наибольшую пропускную способность, т. е. наибольший гидравлический радиус R ?

Приемами высшей математики находят, что при данной площади сечения F наибольшую пропускную способность канал имеет при угле откоса с горизонтом

$$\alpha = 60^\circ.$$

Следовательно при угле откоса канала в 60° потребуются наименьшая площадь поперечного сечения, наименьший объем земляных работ для пропуска определенного количества воды.

По произведенным вычислениям наивыгоднейшими в смысле пропускной способности трапециoidalными сечениями каналов с различной крутизной откосов будут сечения со следующими отношениями ширины по дну к глубине ($b:h$):

Угол откоса с горизонтом	Заложен. откоса	Гидравлически наивыгоднейшие:			F — площадь поперечного сечения
		$b:h$	h (глубина)	R (гидр. рад.)	
90°	0:1	2,00	$0,707 \sqrt{F}$	$0,3536 \sqrt{F}$	
$63^\circ 20'$	0,5:1	1,23	$0,759 \sqrt{F}$	$0,3795 \sqrt{F}$	
60°	0,58:1	1,15	$0,760 \sqrt{F}$	$0,380 \sqrt{F}$	
45°	1:1	0,83	$0,740 \sqrt{F}$	$0,370 \sqrt{F}$	
$33^\circ 40'$	1,5:1	0,61	$0,689 \sqrt{F}$	$0,3445 \sqrt{F}$	
$26^\circ 30'$	2:1	0,47	$0,636 \sqrt{F}$	$0,318 \sqrt{F}$	
$18^\circ 20'$	3:1	0,32	$0,548 \sqrt{F}$	$0,273 \sqrt{F}$	

На основании вышеприведенных выводов и вычислений в неразмываемом грунте следовало бы всегда откосы каналов делать под углом в 60° к горизонту. Такое поперечное сечение имеет наименьшую площадь из всех прочих трапециoidalных, в том числе и прямоугольного, при одинаковой водопропускной способности.

Однако математическое исследование показывает, что округлая форма сечения, в частности полукруг, имеет еще больший гидравлический радиус при одинаковой с трапедией площади.

В практике в земляном русле полукруглого сечения устраивать конечно не приходится, а устраивается, как ранее указывалось, трапециoidalное сечение с заложением откосов зависимо от грунта нулевым, одиночным и полукруглым.

Для канавы с одиночным откосом, на основании соотношений вышеприведенной таблицы, получим при ширине по дну:

$b = 0,2$ м	наивыгодн. глубина потока равна	0,24 м
$b = 0,3$ "	"	0,36 "
$b = 0,4$ "	"	0,48 "
$b = 0,6$ "	"	0,72 "
$b = 0,8$ "	"	0,96 "
$b = 1,0$ "	"	1,20 "

Если при осушении под интенсивные культуры горизонт воды в канаве должен быть на 0,5 м ниже поверхности земли, то для получения наивыгоднейшего поперечного профиля канавы следует к указанным глубинам прибавить эту величину; тогда имеем для канав с одиночными откосами:

при $b =$ ширина по дну $= 0,2$ м	полн. глубина кан. должна быть	0,74 м
" $b =$ " " " $= 0,3$ "	" " " " "	0,89 "
" $b =$ " " " $= 0,4$ "	" " " " "	0,98 "
" $b =$ " " " $= 0,6$ "	" " " " "	1,22 "
" $b =$ " " " $= 0,8$ "	" " " " "	1,46 "
" $b =$ " " " $= 1,0$ "	" " " " "	1,70 "

Для канав с откосами полукторными получим для интенсивного осушения:

при $b = 0,2$ м, h с прибавлением	0,50 м $= 0,83$ м
" $b = 0,3$ " " " "	0,50 " $= 0,99$ "
" $b = 0,4$ " " " "	0,50 " $= 1,16$ "
" $b = 0,6$ " " " "	0,50 " $= 1,48$ "
" $b = 0,8$ " " " "	0,50 " $= 1,81$ "
" $b = 1,0$ " " " "	0,50 " $= 2,14$ "

То же для каналов с откосами половинными ($1/2 : 1$):

при $b = 0,2$ м, h с прибавлением	0,50 м $= 0,66$ м
" $b = 0,3$ " " " "	0,50 " $= 0,74$ "
" $b = 0,4$ " " " "	0,50 " $= 0,82$ "
" $b = 0,6$ " " " "	0,50 " $= 0,99$ "
" $b = 0,8$ " " " "	0,50 " $= 1,15$ "
" $b = 1,0$ " " " "	0,50 " $= 1,31$ "

Сопоставляя требования агрономии, техники и гидравлики, замечаем, что при ширине канав по дну в 0,6 м при половинных и одиночных откосах все они, при интенсивном осушении, приводят к согласному результату, выработанному практикою осушения болот, именно глубина таких канав должна колебаться от 1 до 1,2 м; при этой глубине канав грунтовые воды устанавливаются на благоприятной для растений высоте, выкидка земли из канав производится один раз и не требует потому лишних затрат, канавы обладают наибольшей пропускной способностью. При ширинах по дну более 0,6 м и откосах положе одиночных требования указанных трех областей науки приводят к разноречию; гидравлика требует глубин больших, чем то целесообразно агрономически и технически; в этом случае при проведении канав, имеющих только осушительное значение, должно отдаваться предпочтение требованиям агрономии.

Учитывая все вышеизложенное, при составлении обычного типа проектов осушения можно руководствоваться следующей табличкой первоначальных* глубин канав в торфяном грунте:

* До осадки.

Род каналов	Отвод поверх. воды для ест. луга и леса	Осушен. под улучшен. естеств. луга	Осуш. под луг. культ. с оборот. пласта	Осушен. под поля и ого- роды	Осушен. под лес- ные по- садки и сады
	в м е т р а х				
Магистральные водоотводные каналы	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Боковые осушительные каналы 1-го порядка	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
Боковые осушительные каналы 2-го порядка и дрены	—	—	1,1	1,2	1,3

Глубина канав в таблице приведена как средняя и наиболее желательная в обычных условиях осушения. По местным условиям рельефа и по площади водосбора глубину магистральных канав иногда приходится назначать иную, не выходя однако из пределов 1,05—2,20 м.

УСЛОВИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ

Чем шире канал по дну, тем большая должна быть его глубина, чтобы сечение было гидравлически выгоднейшим; а с увеличением глубины сильно увеличивается стоимость выемки каждого куба земли. Практика подсказывает, что в таких случаях выгоднее отказаться от гидравлически выгоднейшего сечения, а подобрать менее глубокое, но широкое сечение, хотя бы это вызвало увеличение объема земляной выемки. Легче выбросить больше, но с меньшей глубины и с меньшим притоком воды в котлован.

Поэтому при проектировании магистрального канала, имеющего задачей лишь отводить воду, поступающую в него из боковых канав, а не осушать прилегающие земли, следует подбирать глубину и ширину канала таким образом, чтобы прорытие этого канала, пропускающего требуемый объем воды, вызвало наименьшие затраты.

То сечение, которое, пропуская требуемый объем воды, вызывает для своего осуществления наименьшие затраты труда, следует назвать *экономически* выгоднейшим сечением.

В настоящее время возможно указать лишь путь к разрешению вопроса об экономически выгоднейшем сечении, а не точное его вычисление*.

Работа по земляной выемке складывается из двух процессов: 1) вырезки грунта из канала, 2) выкидки вырезанного грунта в кавальер.

Вырезка грунта. Землекоп при отделении грунта от материка действует на лопату ударом ноги и весом тела при одновременном покачивании рукоятки лопаты взад-вперед. В торфяном грунте землекоп одним толчком ноги с нажимом руками погружает лопату сразу на всю ее рабочую высоту, обычно около 0,25 м.

Определить работу в килограммометрах, потребную на внедрение лопаты в разного рода грунты, не трудно. Для этого надо на установленную вертикально стальную пластинку, заменяющую лопату, заставить падать с какой-либо высоты H м гирию весом G кг. Работа, производимая таким падением, равна произведению $H \cdot G$.

Если например после 5 падений гири пластинка длиной лезвия в 15 см погрузилась в землю на 10 см, то вычисляем, что для погружения пластинки шириной в 1 см на глубину 10 см потребовалось:

$$K = \frac{5 \cdot G \cdot H}{15} \text{ кг.м работы} \quad \dots \quad (a)$$

* А. Дубах, Пути к уточнению проектирования осушительных работ, 1927.

Для производства таких наблюдений был изготовлен в кузнице специальный прибор, состоящий из двух стоек с прорезами, между которыми ходит заостренная пластинка. Размеры видны из рис. 116. Вес употреблявшихся гирь — 10 и 5 кг, вес пластинки 1,23 кг. Материал таких наблюдений еще невелик.

Значение K , т. е. работу в кгм, потребную для погружения пластинки шириной в 1 см на глубину в 10 см, назовем условно сопротивлением грунта.

Работу для вырезки поверхности в 1 м² получаем из выражения (а):

$$p = K \cdot 100 \cdot 10.$$

Для вырезки 1 м³ грунта надо вырезать столько поверхностей площадью в 1 м² каждая, сколько делает землекоп рядов, чтобы продвинуться на погонный метр по длине канавы. Толщина одного захвата лопатой равна около 5 см в твердом минеральном грунте и до 10 см в торфяном грунте. Следовательно число рядов на протяжении 1 погонного метра по канаве в минеральном грунте равно 20, в торфяном — 10 (рис. 117).

Поэтому, если обозначить толщину захвата лопатой через t см, то работа в кгм на вырезку одного кубического метра грунта выразится:

$$P_1 = p \cdot \frac{100}{t} = K \cdot \frac{100 \cdot 1000}{t} \text{ кгм.}$$

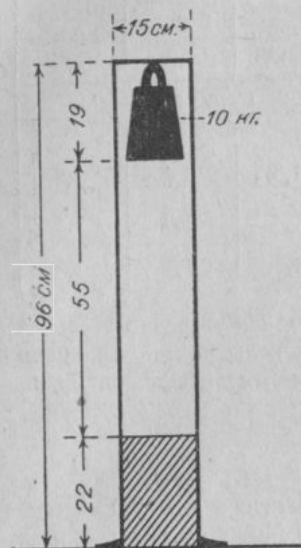


Рис. 116.

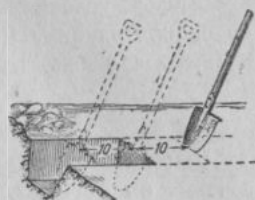


Рис. 117.

Для испытанных грунтов вычисляем табличку величин p и P_1 .

Род грунта	Значения K в кгм	Число наблюдений
Глина под черноземом на глубине 0,75 м от поверхности	1,03	4
Чернозем сухой, склон на юго-восток	1,33	5
Плотно утрамбованная смешанная земля	0,88	7
Моховой слабо разложившийся торф	0,28	6
Плотный луговой торфяник	0,72	4
Дно мохового болота, серая глина	1,14	3

Наименование грунта	Работа в кгм на вырезку		При t в сантиметрах
	Поверхности в 1 м ²	Объема грунта в 1 м ³	
Красная глина на глубине 0,75 м под черноземом	1 030	20 600	5
Чернозем сухой	1 330	26 600	5
Плотно утрамбованный грунт	880	12 571	7
Моховой слабо разложившийся торф	280	2 800	10
Луговой торф плотный с поверх.	720	7 200	10
Серая глина под моховым торфом	1 140	22 800	5

Конечно работа землекопа по погружению лопаты происходит не так, как погружение пластинки под ударом гири, но сравнительные для разных грунтов величины сопротивлений вышеприведенная таблица дает.

Выбрасывание грунта. При прорытии осушительных каналов землекоп выбрасывает вырезанный лопатой грунт в кавальер. Как и всякое брошенное под углом к горизонту тело, кусок грунта, брошенный лопатой, проходит путь от лопаты к кавальеру по параболе.

Если при рытье канала земля выбрасывается на две стороны, то весь процесс выброски земли можно рассматривать как перемещение центра тяжести O каждой половины сечения канала в положение C центров тяжести кавальеров (рис. 118).

Выражение работы на эту перекидку получается в виде формулы:

$$N_2 = \frac{F \cdot \gamma \cdot l^2}{2} \cdot \frac{1}{l \cdot \sin 2\alpha - 2z \cdot \cos^2 \alpha},$$

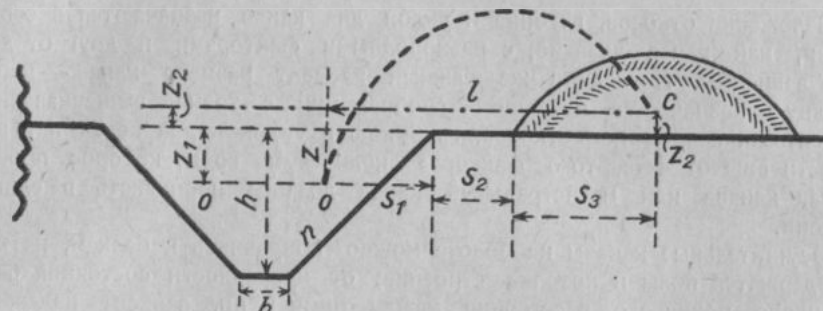


Рис. 118.

где N_2 — работа на выкидку земли из канала длиной 1 м поперечным сечением F м², γ — вес куб. метра грунта, l — расстояние откидки (см. рис. 118), z — высота перемещения центра тяжести сечения канала, α — угол, под которым землекоп бросает землю с лопаты, определяемый из выражения:

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{l}{z}.$$

Порядок вычисления экономически выгоднейшего сечения может быть следующим. Положим, что канал должен пропускать 10 м³ воды в секунду при уклоне 0,0004, коэффициенте шероховатости 0,03 и заложении откосов 1:1.

Если принять глубину канала в 1 м, то подбором найдем, что ширина по дну его должна быть 15,1 м, площадь сечения 16,1 м². Прорытие погонного метра такого канала по приведенным выше формулам потребует 111 750 кгм работы.

Если принять глубину канала в 2 м, то подбором найдем, что ширина по дну его должна быть 4,37 м, площадь сечения 12,75 м², работы потребуются на погонный метр 80 265 кгм.

Таким кропотливым путем можно найти, что канал, пропускающий 10 м³/сек воды при уклоне 0,0004, меньше всего потребует работы при глубине 2,2 м и ширине по дну 3,55 м.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ
ШИРИНА КАНАВ ПО ДНУ
ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ

Заложение откосов, глубина и уклон дна канав назначаются в соображении, как ранее указано, с разнородными факторами и друг от друга мало зависимы. Последний же важный элемент размера канав — ширина по дну — назначается в тесном соображении с тремя вышеуказанными элементами: заложением откосов, глубиной и уклоном дна канав, и в зависимости еще от четвертого фактора — количества воды, которое проектируемая канава или магистральный канал должны пропускать в единицу времени.

Осушительные каналы на болоте можно приравнять к балкам, на которых держатся полы и потолки строения; от исправности состояния балок, правильно принятого расстояния между ними и пр. зависит надежность всего здания; от правильности распределения канав и исправности их функционирования — успех мелиорации; балки рассчитываются на определенную величину нагрузки на них; каналы — на величину стока воды по ним, т. е. собственно тоже на нагрузку; и там и здесь существуют невыгоднейшие формы сечений, невыгоднейшие отношения высоты к ширине в данной форме.

Но есть коренная, важнейшая разница, недостаточно ясно иногда представляемая. При расчете частей строения чем большая норма нагрузки или больший запас взят в основу расчета, тем обычно прочнее сооружение; может быть, лишняя затрата на прочность будет и невыгодна, но ущерба от такой затраты для прочности не происходит.

Совсем не то при вычислении поперечного сечения канала. Преуменьшение или преувеличение поперечного сечения осушительного канала против необходимого обязательно вредно для исправного состояния работы, причем преувеличение размеров даже более нежелательно.

Это условие указывает, что правильное определение сечения осушительного канала более трудно, чем расчет балки, и принципиально от него отличается. Вопрос необходимо рассмотреть отдельно для осушительных канав последнего порядка и для осушительно-водоотводных каналов.

Ширина по дну осушительных канав определяется не гидравлическим расчетом, так как таковой дает размеры практически неудобно малые, а соображениями долговечности их и экономии в расходах. Вышеизложенные соображения указывают, что требования долговечности и экономии при прорытии мелких стрелок в отношении ширины по дну совпадают; поэтому и вопрос о ширине их по дну решается легко; на болоте с плотным торфом ширину осушительным канавам последнего порядка, не поддающимся гидравлическому расчету, целесообразно давать наименьшую,

удобную к исполнению, именно около 0,20—0,30 м; в лесу, где торф более разнородного строения, со включениями пней и деревьев, ширину каналов давать около 0,3—0,4 м; наконец в жидком торфе, где наблюдается сплывание откосов, ширину по дну возможно доводить до 0,60 м*. При таковых ширинах осушительные каналы с малою водосборною площадью будут повидимому наиболее дешевы и наиболее долговечны, если откосы их достаточно пологого заложения.

Ширина по дну магистральных каналов определяется помощью формулы скорости движения воды в открытом русле после установления величины стока с единицы водосборной площади в одну секунду времени.

ОСАДКИ И СТОК

Выработка целесообразных расчетных норм стока является насущною задачею времени; вопрос этот до сих пор является спорным, и трудность выбора норм в практике увеличивается еще тем, что соображения техники и экономики здесь уже не совпадают.

Принято в основание выяснения этих норм класть количество осадков в районе.

Сводные сведения об осадках по всей Европейской части Союза за 1888—1912 гг. имеются в труде С. Небольсина „Средние количества атмосферных осадков в Европейской России“ (геофизический сборник Главной физической обсерватории, 1916 г., т. III), где приведены результаты наблюдений по 320 станциям.

Но по некоторым областям имеются и более детальные материалы. Так, по бассейну р. Днепра выше гор. Киева средние годовые и месячные количества осадков исчислены Е. Оппоковым в труде „Режим речного стока в бассейне верхнего Днепра“, изд. 1914 г. Для бывш. Московской губернии — В. Власовым в книге „Материалы по климатологии бывш. Московской губернии“, изд. 1914 г. Для Белоруссии составлен специальный очерк А. Кайгородовым и т. д.

Среднее годовое количество осадков в бассейне верхнего Днепра за 1876—1908 гг. (33 года) дает слой воды в 559 мм с годовыми колебаниями по всему бассейну от 442 мм до 700 мм, а в бассейне р. Припяти — от 416 мм до 736 мм; в Московской губернии за 1879—1911 гг. (33 года) среднее годовое количество осадков — 536 мм с колебаниями от 374 до 716 мм.

На громадной территории СССР осадки распределены весьма неравномерно; наибольшее годовое количество их выпадает в Грузинском СССР (2000 и более мм в год), наименьшее — на равнинах у Аральского моря (менее 100 мм в год). В средней части России выпадает в год от 400 до 600 мм, в северной, у берегов Ледовитого океана, — значительно менее**. Самым дождливым месяцем в северной части Союза является август, в средней — июль и в южной — июнь.

Однако знание величины осадков не дает еще возможности определения расчетной нормы стока для водоотводного канала. Выпадающие на поверхность земли осадки разделяются на три части: одна часть испаряется снова

* Последние размеры относятся лишь к более крупным по длине боковым канавам.

** Самое большое годовое количество осадков в мире наблюдается на станции в Черрапунджи, в Индии, — 12 940 мм.

в атмосферу, другая — просачивается вглубь грунта, и третья — стекает с поверхности в ложбины, каналы и реки.

Объем воды, стекающей с данной площади, называется стоком. Сток в литрах в секунду, соответствующий одному гектару водосбора, называется нормою стока или модулем стока с данной площади.

Отношение стока к количеству выпавших за то же время осадков называется коэффициентом стока.

Норма стока зависит от разнообразных естественных факторов, которые можно разбить на топографические, почвенно-геологические, покровные и метеорологические.

Топографические условия

1) Чем больше площадь водосбора, чем длиннее путь, проходимый стекающими осадками, тем потери на испарение и просачивание больше, тем сток с единицы площади меньше.

Кроме того чем больше площадь водосбора, тем сток выравненнее; пока вода доходит с дальних частей водосбора, с ближних она уже успевает стечь.

2) Чем больше средний уклон поверхности водосбора и отдельных его частей, тем вода стекает быстрее, тем меньше потери ее по пути, тем больше следовательно сток.

Вычисление среднего уклона поверхности должно производиться при наличии горизонталей по следующим соображениям (рис. 119). Положим, наша поверхность представлена тремя горизонталями, проведенными через h м по высоте и имеющими длины l_1, l_2, l_3 .

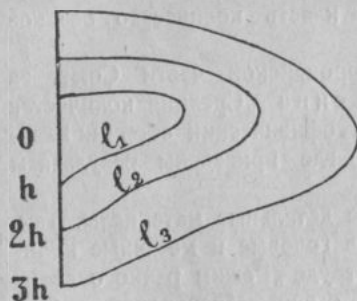


Рис. 119.

Если площадь полосы поверхности между горизонталями $3h$ и $2h$ равна f_{32} , то среднее расстояние между этими двумя горизонталями:

$$S_{32} = \frac{f_{32}}{\frac{l_3 + l_2}{2}} = \frac{2f_{32}}{l_3 + l_2},$$

а средний уклон поверхности между двумя горизонталями:

$$i_{32} = \frac{h}{S_{32}} = h \cdot \frac{2f_{32}}{l_3 + l_2} = \frac{h(l_3 + l_2)}{2f_{32}}.$$

Аналогично средний уклон между горизонталями h и $2h$:

$$i_{21} = \frac{h(l_2 + l_1)}{2f_{21}},$$

а между горизонталями 0 и h :

$$i_{10} = \frac{h(l_1 + 0)}{2f_{10}}.$$

Средний уклон всей рассматриваемой поверхности:

$$J = \frac{\sum i \cdot f}{f_{32} + f_{21} + f_{10}} = \frac{i_{32} \cdot f_{32} + i_{21} \cdot f_{21} + i_{10} \cdot f_{10}}{F},$$

что даст после подстановки:

$$J = \frac{h(l_3 + 2l_2 + 2l_1 + l_0)}{2F}$$

или в общем виде:

$$J = \frac{h(l_n + 2l_{n-1} + \dots + 2l_1 + l_0)}{2F}.$$

Получилось простое выражение для J , для пользования которым нужно знать только длину каждой горизонтали и величину всей изучаемой площади. Если это обычно затруднительно для всей водосборной площади за отсутствием изображения ее в горизонталях, то для непосредственно осушаемой площади вычисление среднего уклона поверхности обычно возможно.

Однако приведенная формула дает уклон поверхности лишь условно. Чем подробнее нивелировка, тем большую извилистость имеют горизонтали, и потому одна и та же поверхность дает различную сумму длин горизонталей (числитель формулы) в зависимости от подробности нивелирования. По приведенной формуле возможно сопоставлять уклоны поверхностей лишь в тех случаях, когда нивелировка произведена с одинаковой подробностью.

3) Чем более растянутым является водосбор, тем продолжительнее процесс стока, и тем больше потери, поэтому в бассейнах кругообразных величина стока, при прочих равных условиях, должна быть больше, чем в удлинённых.

Растянутость водосбора выражается отношением периметра его к периметру (окружности) равновеликого круга. Если величина водосборной площади F км², а периметр ее S км, то радиус равновеликого круга определится из:

$$F = \pi r^2, \quad r = \sqrt{\frac{F}{\pi}},$$

а периметр равновеликого круга:

$$P = 2\pi r = 2\pi \sqrt{\frac{F}{\pi}} = 2 \cdot \sqrt{\pi F}.$$

Растянутость данного водосбора или коэффициент удлинения водораздельной линии:

$$K = \frac{S}{2\sqrt{\pi F}},$$

что всегда больше единицы.

4) При веерообразном расположении притоков паводки выше, а вместе с этим увеличивается и коэффициент стока высоких вод.

5) При хорошей пропускной способности русел величина стока увеличивается.

В основном уравнении скорости $v = c \cdot \sqrt{J} \cdot \sqrt{R}$ при $R = 0,5$ м для канала в очень плотном и чисто содержащемся грунте по новой формуле Базена $c = 39,5$, для канала в земляном русле обычного состояния $c = 30,6$ и наконец для канала в неровном русле с водорослями $c = 25,0$. Поэтому и скорость воды, а следовательно и расход ее, в перечисленных трех категориях земляного русла находится в отношении 1:1,33:1,58.

6) Наличие озер уменьшает вообще и значительно выравнивает в частности величину стока.

Условия почвенно-геологические

7) Чем более проницаемы для воды почвы и подстилающие их породы, тем меньше величины поверхностного стока.

8) Чем больше влагоемкость верхних слоев почвы, тем меньше сток, так как удерживаемая почвою вода расходуется затем на испарение.

9) Сток происходит быстрее с плотной, влажной и мерзлой, чем с разрыхленной, сухой и талой почвы.

Характер покрова

10) Присутствие травяной растительности вообще уменьшает долю поверхностного стока, но в отдельных случаях, когда растительность скрепляет рыхлые проницаемые почвы, влияние ее обратно.

11) Древесная растительность вообще выравнивает сток по временам года, уменьшая его во время паводков.

Условия метеорологические

12) Кроме годовой величины осадков на величину стока оказывают влияние: распределение осадков по временам года, продолжительность, интенсивность, частота и вид осадков. Особенное значение имеют количество и быстрота таяния снега.

13) Температура воздуха, почвы и воды, — чем она выше, тем больше испарения. Особенное значение для стока имеет время замерзания и оттаивания почвы.

14) Влажность воздуха, — чем она больше, тем больше сток.

15) Скорость ветра увеличивает в огромной степени испарение и потому уменьшает сток.

16) Продолжительность солнечного сияния и облачность оказывают значительное влияние на ход весеннего таяния снегов.

Характер осушительной сети

Большая степень канализации и большая степень осушения увеличивают сток.

ОБЩИЕ НОРМЫ И ФОРМУЛЫ СТОКА

Для целей практики важно дать основную норму стока, которую надлежит затем уменьшать или увеличивать в зависимости от характера вышеперечисленных факторов.

В наиболее распространенных у нас немецких руководствах вопрос о нормах стока практически разрешается следующим образом.

Проф. Шпетле* в Мюнхене предлагает, по опытным данным, для определения поперечного сечения канала на больших низменностях с малым уклоном исходить из предположения, что каналы должны отводить в течение месяца четвертую часть годовых осадков, что дает норму стока в секундо-литрах:

$$\frac{1\,000 \times 1\,000 \times 0,25 \times h}{30 \times 24 \times 60 \times 60} = 0,0965 \cdot h, \quad (1)$$

где h — годовая высота осадков в дециметрах.

При весьма больших площадях эту норму Шпетле допускает возможным уменьшить на 30%; тогда сток $= 0,0742 \cdot h$ секундо-литров; для всего бассейна р. Днепра выше Киева, со среднюю годовую высотой осадков в 559 мм, это дает 0,40 секундо-литра с 1 га, для бывш. Московской губернии, при высоте годовых осадков 536 мм, — 0,37 секундо-литра с гектара.

Проф. Фридрих** (Friedrich) в Вене предлагает принимать при осушении лугов в основание расчета требование, чтобы запас воды в снеге, равный 100 мм высоты, отводился каналом в течение трех недель, что соответствует стоку:

$$\frac{1\,000 \times 1\,000 \times 1}{21 \times 24 \times 60 \times 60} = 0,55 \text{ секундо-литра с гектара.} \quad (2)$$

В очерке работ Западной экспедиции по осушению болот предложено при расчете сечений каналов требовать, чтобы канал отводил среднее максимальное за месяц количество осадков в течение 30 дней. Для Полесья, где среднее максимальное месячное количество осадков за 1879—1897 гг. составляло 105 миллиметров (станция в с. Василевичах Речицкого уезда), эта норма дает

$$\frac{1\,000 \times 1\,000 \times 1,05}{30 \times 24 \times 60 \times 60} = 0,40 \text{ секундо-литров с гектара.} \quad (3)$$

На съезде инженер-гидротехников отдела земельных улучшений в 1909 г. было постановлено принимать сток при расчете осушительных каналов равным 0,32—0,65 секундо-литра с 1 га площади водосбора.

Приведенные выше главнейшие заграничные и русские нормы стока являются пригодными при площадях водосбора не слишком больших и при допущении заполнения канала водою до верха; при условии же, чтобы горизонт воды в канале был на 0,50 м ниже поверхности болота, и норма 0,32 л с гектара является в СССР практически неприемлемой, так как требует при малом уклоне болот и водосборах более 16 350 га, что нередко бывает в действительности, ширины канала по дну до 10 м.

Поэтому вопрос о нормах стока для проектирования осушительных каналов был подвергнут пересмотру на II съезде инженер-гидротехников бывш. отдела земельных улучшений в 1913 г. Инж. И. А. Кругзем представил съезду доклад, сущность коего сводится к следующему.

Значительные колебания в предлагаемых нормах стока объясняются, помимо малой обоснованности некоторых предположений, тем, что: а) одна

* Spöttele, Handbuch der Ingenieurwissenschaften, глава „Landwirtschaftliche Bodenverbesserungen“.

** Kulturtechnischer Wasserbau, 1908 г.

группа норм рассматривает полное отведение воды при детальном осушении бассейна, другая же группа норм определяет расход воды с бассейна при условиях естественного стока; б) нормы различных авторов приурочены к различным периодам времени, т. е. одни авторы ставят в основу норм отвод в определенное число дней весенних вод, другие авторы — отвод летних наибольших вод.

Поэтому при установлении норм для расчета каналов необходимо предварительно установить, на какие воды канал надо рассчитывать: на наибольшие ли вообще, на средние весенние, на летние высокие или летние средние; затем необходимо нормы приурочивать к определенной степени канализации, под которым термином надлежит разуметь отношение длины канализационной сети к площади бассейна; например при длине осушительных каналов в 6 км на площади водосбора (бассейна) в 3 м² степень канализации выразится цифрой 2. Чем выше степень канализации, тем быстрее стекают выпавшие осадки, тем следовательно большей величины достигают расходы по водоотводным магистральным каналам и речкам.

Комиссия II съезда инженер-гидротехников в 1913 г. признала желательным расчет сечений каналов производить на высокие летние воды, допуская при этом работу полным сечением канала и принимая во внимание всю водосборную площадь. При этом признано желательным производить поверку на средние летние воды с тем, чтобы горизонт воды в канале не достигал 0,50—0,70 мм до поверхности земли в зависимости от рода предполагаемой культуры. Норму стока в 0,32 л в секунду с гектара, установленную на I съезде инженер-гидротехников, признано комиссией считать применимой для бассейнов не свыше 163,5 га, при больших же бассейнах она может быть значительно уменьшена.

Учет всех перечисленных выше естественно-исторических элементов, влияющих на сток, формулой, включающей влияние каждого элемента, является конечно невозможным, так как не только совокупность их, но почти ни один из них в отдельности, не может быть учтен определенным коэффициентом.

В русской литературе вопрос о стоке теоретически разрабатывается А. Н. Костяковым, и им предложен был в 1916 г. общий вид формулы расчетного стока*

$$q = 0,15 \cdot p \cdot \frac{\delta}{x \sqrt{\omega}}, \quad (4)$$

где q — расчетный сток в секундо-литрах с гектара, δ — коэффициент стока в идеальных условиях, принимаемый равным 0,95, ω — площадь водосбора в гектарах, x — принимается равным от 3 до 6 в зависимости от уклона и характера поверхности водосбора, почвы и т. п. элементов водосборной площади. Чем свободнее сток, тем больше x , p — средняя наибольшая суточная интенсивность осадков или таяние снега в мм; эта величина получается делением наибольшей высоты месячных осадков на число дней с осадками. Из книги А. Костякова извлекаем следующие наибольшие значения p за летние месяцы:

Минск	9,9 мм
Москва	7,7 .
Новгородская губ., ст. Веребье . . .	14,5 .

* А. Костяков, Основные элементы расчета осушительных систем, 1916 г.

Нижний-Новгород	8,6 мм
Ленинград	10,0 .
Тверь	8,8 .

Численный коэффициент 0,15 в вышеприведенной формуле получается при допущении, что выпавшие за сутки осадки должны быть отведены каналом в 18 часов; именно при таком допущении каждый миллиметр суточных осадков даст с гектара в секунду:

$$\frac{0,001 \cdot 10\,000}{18 \cdot 60 \cdot 60} = 0,00015 \text{ м}^3 = 0,15 \text{ л.}$$

Применительно к условиям Северо-западной области Н. Б. Рожновым предложены нижеследующие значения букв вышеприведенной формулы, меняющие характер самой расчетной нормы стока:

q — бытовой сток в секундо-литрах с гектара (средне-летний сток),

δ — то же, что у А. Костякова, 0,95,

ω — площадь водосбора в гектарах,

x — для Северо-западной области равно 3,5,

p — среднее суточное количество осадков в миллиметрах за вегетационный период, получаемое делением величины осадков за вегетационный период (с 15 мая по 1 сентября) на все число дней периода; для Ленинградской области p находится в пределах 2,4—3,0 мм.

Численный коэффициент перед формулой принимается в 0,15 для минеральных почв и 0,12 для торфяного грунта.

А коэффициент 0,12 получается при допущении, что выпавшие за сутки осадки должны быть отведены в 24 часа.

При таком толковании буквенных значений формулы получается для Северо-западной области средний летний сток в секундо-литрах с гектара.

В последней книге „Основы мелиораций“, вышедшей в 1927 г., А. Н. Костяков представляет формулу расчетного стока в виде:

$$q = 7,2 \cdot \frac{c \cdot n \cdot \sigma^2 \cdot p^2}{L}, \quad (5)$$

где q — расчетный сток в секундо-литрах с гектара, c — изменяется от $7 \cdot \sqrt{J}$ для шероховатых и до $35 \cdot \sqrt{J}$ для гладких поверхностей.

n — коэффициент, учитывающий форму водосбора, равный 1 при прямоугольной форме и равный 2 при треугольной форме водосбора, σ — коэффициент, характеризующий условия поглощения выпадающих на данную площадь осадков и равный: 0,35 для самых водопроницаемых грунтов, пологих скатов и пашни, 0,50—0,65 для плотных грунтов и для скатов, покрытых лесом, 0,65—0,8 для крупных склонов, 0,95 для мерзлой земли, p — средняя наибольшая суточная интенсивность осадков в миллиметрах, как и в первой формуле, L — протяжение в метрах от водораздела по скату к линии канала или реки (рис. 120).

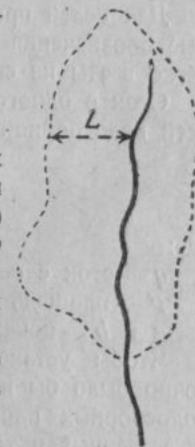


Рис. 120.

Приведенная формула А. Костякова, наряду с достоинством детальной проработки, имеет тот недостаток, что в нее входят величины менее известные или более произвольные, чем искомая величина расчетного стока.

Наконец приводим еще формулу Ю. Ланге:

$$Q = \sigma \cdot \Omega^{\frac{3}{4}},$$

где

Ω — площадь водосбора в кв. верстах,

σ — 0,002—0,006 в зависимости от количества осадков и характера водосборной площади,

Q — расход в куб. саженях в секунду со всей водосборной площади.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ФОРМУЛА РАСЧЕТНОГО СТОКА

Для целей практики необходимо иметь формулу, в которой все буквенные обозначения более определены, чем искомая величина, и могут быть легко взяты из справочников и материалов изысканий.

Сток с одного гектара водосборной площади в зависимости от величины всей водосборной площади все формулы выражают по гиперболе

$$q = \frac{a}{b\sqrt{F}},$$

где:

q — сток с одного гектара в секунду в литрах,

F — площадь водосбора в гектарах,

a и b — показатели, которые следует установить.

Чтобы установить практические значения a и b , необходимо и достаточно было бы иметь многолетние наблюдения над стоком по каналу с двух водосборных площадей разной величины F_1 и F_2 при одинаковых прочих естественных и технических условиях на них; из этих наблюдений выбрать за каждый год наибольший сток за тридцать дней подряд, не укладываясь в формальные месячные грани с 1 по 31 число, а именно тех 30 дней подряд в течение вегетационного периода, за которые получился наибольший сток. Затем взять среднее из подсчитанных наибольших стоков и этот средний из наибольших месячных стоков принять за расчетный сток. Получив таким образом для одной водосборной площади значение q_1 при F_1 , а для второй q_2 при F_2 , составим два уравнения с двумя неизвестными:

$$q_1 = \frac{a}{b\sqrt{F_1}} \text{ и } q_2 = \frac{a}{b\sqrt{F_2}},$$

из которых определили бы численные значения показателей a и b .

В настоящее время имеется уже достаточно большой материал по наблюдаемому действительному стоку по рекам и каналам в районах осушительных работ для того, чтобы вычислить значения показателей a и b вышеприведенной формулы не по двум, а по большему числу уравнений, пользуясь для этого способом наименьших квадратов. Но к моменту возобновления мелиоративно-осушительных работ в 1924 году, когда неотложно понадобилась формула стока с ясными численными значениями входящих в нее коэффициентов, большого фактического материала по стоку еще не было.

Поэтому в то время пришлось для вычисления показателей a и b формулы исходить из нескольких наилучше обоснованных взаимоотношений между площадью водосбора и стоком и затем сопоставить результаты вычислений с вышеприведенными эпизодическими наблюдениями.

Наилучше обоснованными примерами взаимоотношения между площадью водосбора и стоком можно считать следующие:

1) При составлении проектов регулирования рек Птичи, Иппы и Стублы, притоков реки Припяти, Е. В. Оппоков принял в 1916 г. следующие расчетные нормы стока *:

Р е к и	Водосборн. площадь	Расчетный сток с дес. в секундо-литрах	Уклон
Р. Птичь у им. Кринки	186 680	0,07	0,0001
„ Иппа	105 664	0,08	0,0003
„ Стубла	58 760	0,085	0,0005

Так как Е. В. Оппоковым был использован весь имевшийся в 1916 г. материал и опыт по расчету осушительных магистралей, и так как составленные им проекты должны были поступить на критику технического комитета бывш. Министерства земледелия, то вышеприведенные проектные расчетные нормы должны быть признаны наиболее авторитетными.

2) Для сравнительно небольших площадей водосборов достаточно оправдали себя положенные в основу многочисленных утвержденных и осуществленных в Полесье работ, сопоставленные с действительно наблюдавшимися расходами, соотношения:

$$\begin{aligned} \text{при } F = 1\,000 \text{ десятин } q &= 0,35 \text{ секундо-литров} \\ \text{„ } F = 15\,000 \text{ „ } q &= 0,15 \text{ „} \end{aligned}$$

Из приведенных пяти практически наиболее обоснованных соотношений между q и F способом наименьших квадратов мы получаем для условий Белорусского Полесья **:

$$q = \frac{3,08}{\sqrt[3,15]{F}}, \quad (6)$$

а переходя на гектары и пренебрегая практически не имеющими значения сотыми долями, получаем для условий климата и поверхности Полесья Белоруссии формулу расчетного стока:

$$q = \frac{3}{\sqrt[3]{F}}.$$

Чтобы пользоваться этой основной формулой расчетного стока, выведенной для условий Полесья, для проектирования работ в других районах, необходимо ввести в нее поправочные коэффициенты на атмосферные осадки, испарение и на уклон местности.

* Материалы по исследованию рек и речных долин Полесья, 1916 г.

** См. А. Дубах, О расчетной норме стока, Матер. Зап. оп.-мел. орг. за 1924 г.

Вышеприведенная формула и таблица получены для Полесского района, характеризующегося наблюдениями Василевичской и Пинской метеорологических станций. Выпадающие на этих станциях осадки за месяцы роста растений — май, июнь и июль — в среднем за 1888—1912 гг. характеризуются следующей табличкой:

	Май	Июнь	Июль	Сумма в мм	За год
Василевичи	55	82	98	235	606
Пинск	52	76	96	224	593
Среднее	54	79	79	230	600

Но величина осадков без сопоставления ее с величиной испарения не может служить поправочным коэффициентом для других районов. Например за май — июль в бывш. Архангельской губернии за то же 25-летие выпадало осадков всего 122 мм, т. е. почти вдвое меньше, чем в Полесье. Но было бы ошибочно вдвое уменьшать для бывш. Архангельской губернии расчетную норму стока; там мало выпадает, но мало и испаряется. Поэтому одновременно с количеством выпадающих осадков необходимо учитывать и величину испарения.

Действительная величина испарения с почвы остается неизвестной, но для наших целей возможно пользоваться и обычно наблюдаемыми величинами испарений из метеорологической будки, так как для введения поправки в формулу расчетного стока достаточно знать относительные величины испарения в разных районах.

К сожалению результаты наблюдений над испарением не обработаны, и можно привести их только по небольшому числу станций за время 1881—1896 гг. *, но и эти цифры заставляют отказаться от пользования ими, так как по ним оказывается например, что в летние месяцы в Харькове испарение меньше, чем в Полесье.

Поэтому наиболее верно учесть одновременное влияние осадков и испарения возможно, введя в основную формулу стока так называемые коэффициенты естественного прихода-расхода влаги $= \frac{\text{осадки}}{\text{испарение}}$, вычисленные А. Костяковым ** (см. табл. на стр. 173).

Величина испарения, входящая в знаменатель $K = \frac{\text{осадки}}{\text{испарение}}$, вычислена А. Костяковым в предположении, что испарение выражается формулой:

$$U = 100 \cdot t \cdot \left(1 - \frac{r}{100}\right),$$

где 100 — число дней за вегетационный период, t — средняя температура за то же время, r — средняя относительная влажность за то же время.

* Гейнц, Об осадках, снеге и об испарении в Европейской России, 1898.

** А. Н. Костяков, Перспективы мелиорации в СССР, 1925 г.

Бывшие губернии	Коэф.ц.	Бывшие губернии	Коэф.ц.
Архангельская	1,68	Владимирская	1,40
Вологодская	1,51	Рязанская	1,01
Олонецкая	1,60	Нижегородская	1,10
Ленинградская	1,67	Тамбовская	0,93
Новгородская	2,00	Пензенская	0,93
Псковская	1,77	Казанская	0,96
Тверская	1,62	Вятская	1,10
Витебская	1,81	Пермская	1,20
Минская	1,53	Уфимская	1,19
Могилевская	1,45		
Смоленская	1,55		
Костромская	1,55		
	Губернии избыточного увлажнения		Губернии неустойчивого увлажнения
Волынская	1,23	Оренбургская	0,56
Подольская	0,98	Самарская	0,48
Киевская	0,88	Саратовская	0,60
Черниговская	1,35	Астраханская	0,24
Полтавская	0,80	Донская область	0,51
Орловская	1,20	Екатеринослав	0,68
Курская	0,80	Таврическая	0,65
Харьковская	0,82	Херсонская	0,50
Воронежская	0,85	Бессарабская	0,60
Тульская	1,05	Уральская обл.	0,27
Московская	1,35		
	Губернии неустойчивого увлажнения		Губернии недостаточного увлажнения

Для бывшей Минской губернии, применительно к условиям которой выведена основная формула расчетного стока, коэффициент K равен 1,55. Где этот коэффициент K меньше, там расчетный сток должен быть уменьшен, и наоборот.

Таким образом поправка на приходе-расход влаги выражается дробью:

$$\frac{K}{1,55}$$

Уклон поверхности водосбора канала имеет большое влияние на величину стока воды; чем уклон больше, тем быстрее, большим количеством, проходит вода по каналу.

Средний уклон по магистральным каналам Полесья может быть принят равным 0,0003; если средний уклон рассчитываемой магистрали иной и равен J , то к основной расчетной формуле стока вводится поправка на уклон:

$$\sqrt[4]{\frac{J}{0,0003}}$$

Корень четвертой степени принят на основе произведенных пробных вычислений *, а также потому, что в формулу скорости течения воды уклон входит под корнем второй степени.

* Дубах, О расчетной норме стока.

Таким образом с введением поправок на осадки, испарение и уклон основная формула расчетного стока для осушительных каналов принимает вид:

$$q = \frac{K}{1,55} \sqrt[4]{\frac{J}{0,0003}} \cdot \sqrt[3]{F} \quad (7)$$

q — расчетный сток с одного гектара водосборной площади в секунду в литрах, соответствующий среднему из высших месячных за несколько лет стоков,

K — коэффициент прихода-расхода влаги для того района, где производится работа,

1,55 — то же для Белорусского Полесья,

J — средний уклон по рассчитываемой магистрали,

0,0003 — средний уклон по рекам Полесья,

F — площадь водосбора в гектарах рассчитываемого канала.

Из данного определения q ясно, что в отдельные дождливые месяцы сток окажется несколько больше среднего, а в отдельные дни и значительно больше, но нельзя рассчитывать канал на самый большой, редко наблюдаемый сток. Обычно же в летнее время так наз. бытовой сток должен быть значительно меньше расчетного q , соответствующего среднему из наибольших месячных расходов, или высоким летним водам.

Площадь водосбора определяется обычно по картам Генерального штаба (масштаб 3 и 2 версты в дюйме), на которых точно нанесены все возвышенности; при этом полезно иметь в виду, что дороги на болотах проходят часто как раз по водораздельным линиям; однако на обширных ровных болотах определение площади водосбора отдельных каналов является часто невыполнимым, так как не только по карте, но и точной нивелировкой местности в этих случаях линий водоразделов найти не удается.

При осушении болота, имеющего водосборную площадь значительно большую, чем самое болото, или при осушении лишь части болота рассчитывать магистраль на всю водосборную площадь по вышеприведенным нормам не следует: для осушения малой площади потребовался бы канал больших размеров. Принимая во внимание медленность движения воды по поверхности болота, еще большую медленность просачивания через грунт и сильное испарение с поверхности, производят иногда расчет сечения канала по вышеприведенным нормам лишь на воду, стекающую непосредственно с площади осушения. Ясно, что в дальнейшем, при увеличении площади осушения, прорытую первоначально магистраль придется увеличивать в размерах.

Аналогично, если регулируется только небольшая нижняя часть реки, а верхняя часть оставляется в естественном, требующем регулирования, состоянии, то расчетная норма стока для нижней части должна быть понижена.

К 1930 году опубликованы значительные материалы по наблюдаемым расходам воды на реках и каналах Белоруссии, Ленинградской области, Западной области, Московской губернии и Украины, по которым оказалось возможным сопоставить наблюдаемые расходы воды с расходами, вычисляемыми по белорусской формуле.

Сопоставление до некоторой меры затрудняется тем, что формула дает средние из наибольших месячных расходов (высокие летние воды), а изданный материал наблюдений дает расходы других категорий: бытовые, средние летние, летние паводки, весенние воды, наибольшие расходы и т. п.

Размеры же каналов следует рассчитывать не на максимумы и не на минимумы, а на те воды, которые в летнее время своей месячной длительностью могут нанести ущерб растительности; это именно высокие летние воды, а не отдельные паводки; на паводки следует производить лишь поверочные расчеты, а не основные. С такими оговорками вычисления по формуле сопоставлены с данными опубликованных наблюдений:

По реке Оржице Луенского округа за 1916—1924 гг., опубликованными И. Вощенко в журнале, Украинський землевпорядник, № 4—5, 1927 г.

По реке Лаве и ее притокам Ленинградского округа, за 1922—1926 гг., Материалы по опытно-мелиоративному делу, т. III, 1929 г.; отчет Сев.-зап. оп.-м. организации.

По реке Яхроме Московского округа, за 1923—1927 гг., по статье Мурашева в Мат. по оп.-мел. делу, т. II, 1928 г.

По реке Сестре Московского округа, за 1908—1928 годы, согласно данным в брошюре Машкевича.

По нескольким рекам Западной области по данным, приведенным в работе Тарасова „Материалы к уточнению проектирования осушительных систем“, 1929 г., изд. Западн. оп.-мел. организации.

По рекам Белоруссии — в выпуске Наркомзема БССР: „Сборник гидрометрических материалов за 1914—1927 гг.“.

Если непосредственно извлечь или получить косвенно из перечисленных материалов данные о высоких месячных летних водах, то почти без исключения во всех случаях получаются вполне удовлетворительные результаты сравнения наблюдаемых расходов с вычисляемыми по белорусской формуле (7), что в некоторых из перечисленных отчетов и статей отмечается и самими авторами их (см. табл. на стр. 176).

Расчетный уровень воды в канале. Ширина водоотводного канала по дну зависит в очень большой мере от расчетной глубины водного потока в нем. При осушении под естественный луг и лес вполне допустимо, чтобы большая летняя вода шла вровень с берегами канала, а в отдельные паводки она может на некоторое время и выступать из берегов; в весенний разлив выступление воды из канала является полезным для естественного луга. Поэтому гидравлический расчет канала по естественному лугу и лесу должен вестись в предположении, что расчетное q заполняет канал до краев, на полную глубину.

При прохождении канала по интенсивным культурам необходимо принимать расчетный горизонт воды в канале на 0,5 м ниже поверхности земли; при таком расчете в отдельные сильные летние паводки вода поднимется до края канавы, но из берегов не выступит.

Поэтому, если расчетный сток вычислять по белорусской формуле (Дубаха), дающей высокий летний горизонт, то расчетный уровень в канале должен быть на 0,3—0,5 м ниже поверхности земли при осушении под интенсивные культуры и вровень с поверхностью земли при осушении естественных сенокосов и леса.

Если сток вычислять по северо-западной формуле (Рожнова), дающей бытовой, т. е. средне-летний горизонт, то уровень воды в канале, при интенсивном осушении, следует принимать на 0,6—0,8 м ниже поверхности, приравнивая дно впадающих осушителей к бытовому уровню воды в магистрали.

Место наблюдений	Площадь водосбора в гектарах	Уклон *	K	Сток, вычисленный по формуле **	Наблюденный сток, сек-литр с гектара	Время наблюдений
р. Оресса, устье Белорус.	341 475	0,00016	1,55	0,037	0,022	Август — сентябрь 1926 г.
" " " " " " " " " " " "	204 080	"	"	0,043	0,018—0,035	Июль — август "
" " " " " " " " " " " "	103 802	"	"	0,054	0,009—0,028	Июль — сентябрь "
" " " " " " " " " " " "	38 435	"	"	0,076	0,011—0,061	Август — сентябрь "
Кан. Моходеловский, Белорус.	133 200	0,00045	"	0,065	0,007	Средн. годовой за 1895—1914 гг.
р. Оржица, м. Оржица Лубенского окр.	200 000	0,0003	0,8	0,026	0,010	Среднее за лето 1916—1924 гг.
" " " " " " " " " " " "	78 300	"	"	0,035	0,037	весны "
" " " " " " " " " " " "	"	"	"	0,020	0,020	за лето "
" " " " " " " " " " " "	7 683	0,00046	1,67	0,036	0,036	весны "
" " " " " " " " " " " "	8 287	"	"	0,19	0,07	Средн. летн. за 5 лет.
" " " " " " " " " " " "	22 173	"	"	0,18	0,055	" 2 "
" " " " " " " " " " " "	8 179	"	"	0,13	0,095	" 4 "
" " " " " " " " " " " "	11 059	0,00013	"	0,13	0,075	" 2 "
" " " " " " " " " " " "	9 071	0,0020	"	0,12	0,08	" 5 "
" " " " " " " " " " " "	22 714	0,0025	"	0,23	0,16	" 2 "
" " " " " " " " " " " "	20 100	0,0004	"	0,22	0,125	" 6 "
" " " " " " " " " " " "	257 854	0,00054	1,35	0,13	0,05	Летние паводки за 1908—28 гг.
" " " " " " " " " " " "	99 636	"	"	0,045	0,135	" 1923—28 "
" " " " " " " " " " " "	52 842	0,0026	"	0,057	0,139	" 1914—28 гг "
" " " " " " " " " " " "	163 043	0,00016	"	0,119	0,166	" 1922—28 "
" " " " " " " " " " " "	16 855	0,0005	"	0,041	0,139	" 1923—28 "
" " " " " " " " " " " "	12 636	"	"	0,115	0,214	" 1923—28 "
р. Дубна Моск. окр.	9 229	"	"	0,113	0,138	" 1923—28 "
" " " " " " " " " " " "	4 610	"	"	0,121	0,266	" 1922—28 "
" " " " " " " " " " " "	2 000	"	"	0,157	0,344	" 1922—28 "
" " " " " " " " " " " "	411 500	0,00022	1,55	0,209	0,341	Выс. летн. воды 1922—27 гг.
" " " " " " " " " " " "	423 800	"	"	0,037	0,043	" 1922—27 "
" " " " " " " " " " " "	110 800	"	"	0,036	0,044	" 1927—29 "
" " " " " " " " " " " "	409 500	0,0002	"	0,065	0,071	" 1921—27 "
" " " " " " " " " " " "	"	"	"	0,036	0,033	" "

* Где уклон не показан, там он принят равным 0,0003.
 ** $q = \frac{K}{1,55} \cdot \sqrt[4]{\frac{J}{0,0003} \cdot \frac{3}{\sqrt{F}}}$; (среднее из наибольших месячных).

Приведенная таблица дает возможность сделать выводы: средний из выскоких месячных сток, исчисляемый по белорусской формуле, в 1,5—2,5 раза больше среднего летнего стока, в 1,5—2,5 раза меньше летних паводков и очень близок к наблюдаемому среднему из высоких месячных стоков.

Если вычислять расход по формуле Костякова, дающей горизонт, соответствующий действительно средней суточной величине осадков, то расчетный уровень воды в канале должен приниматься, по нашему мнению, выше северо-западного и ниже белорусского.

Ход расчета ширины по дну. Требуется рассчитать ширину по дну магистрального канала при величине водосборной площади в 1470 га и среднем уклоне по магистрали 0,0002, для района с естественным коэффициентом прихода-расхода влаги в 0,90. Расчетная норма стока с введением поправок на осадки и уклон:

$$q = \frac{0,90}{1,55} \cdot \sqrt[4]{\frac{0,0002}{0,0003} \cdot \frac{3,0}{\sqrt[3]{1470}}} = 0,143 \text{ л/сек с 1 га.}$$

Расчетный сток со всей площади $Q = 0,143 \cdot 1470 = 210 \text{ л/сек}$. Глубина магистрали назначена в 1 м, расстояние уровня воды от поверхности земли 0,5 м; поэтому расчетная глубина воды 0,5 м. Заложение откосов 1:1. Расчет ширины по дну производится очень кропотливым путем — способом постепенного подбора. Пробуем взять ширину по дну 1 м; вычисляем по основным формулам:

$$v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{J}, \\ Q = F \cdot v.$$

Каков будет расход воды по такому каналу (пропускная способность)?

$$F \text{ (площадь сечения)} = \frac{1+2}{2} \cdot 0,5 = 0,75 \text{ м}^2;$$

$$P \text{ (смоченный периметр)} = 1 + 2 \cdot \sqrt{0,5^2 + 0,5^2} = 2,41 \text{ м};$$

$$R \text{ (гидравлический радиус)} = \frac{F}{P} = \frac{0,75}{2,41} = 0,311 \text{ м}; \sqrt{R} = 0,56;$$

$$c \text{ (по Базену)} = \frac{87}{1 + \frac{1,3}{\sqrt{R}}} = 26,1;$$

$$v = 26,1 \cdot 0,56 \cdot 0,0141 = 0,206 \text{ м};$$

$$Q = 0,75 \cdot 0,206 = 0,155 \text{ м}^3 = 155 \text{ л/сек.}$$

Получилось, что по каналу шириною по дну в 1 м секундный расход равен 155 л, а расчетный сток с нашей водосборной площади равен 210 л; следовательно принятая ширина по дну недостаточна. Пробуем взять ширину по дну 1,4 м и вновь производим все вычисления:

$$F = \frac{1,4 + 2,4}{2} \cdot 0,5 = 0,95 \text{ м}^2;$$

$$P = 1,4 + \sqrt{0,5^2 + 0,5^2} = 2,81 \text{ м};$$

$$R = 0,338; c = 26,9; \sqrt{R} = 0,581;$$

$$v = 26,9 \cdot 0,581 \cdot 0,0141 = 0,220 \text{ м};$$

$$Q = 0,95 \cdot 0,22 = 0,209 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

Получился расход по каналу, почти совпадающий с расчетным стоком, и потому ширину канала по дну в 1,4 м для данного случая считаем подобранной.

Подобный расчет дает для боковых канав с малым водосборным бассейном ширину по дну менее 0,2 м, а для магистральных канав с водосбором в десятки тысяч гектаров — более 4 м. В обычной практике осушения болот указанные размеры принимают обычно за меньший и больший пределы. При ширине дна менее 0,3 м канава легко засоряется от всякого обвала

или выпирания откосов, от перехода животных, от устраиваемых в виде наваленного хвороста или сена переездов и т. п.

С другой стороны, при ширине по дну более 2 м занимается при прохождении канала по узкой долине уже заметная площадь земли, так как ширина по верху должна быть в этом случае до 5,3 м, и производство работы, именно выкидывание земли из канавы, становится труднее; обычно канава сильно работает только весной и после продолжительных дождей; в сухое же время, даже при значительном водосборе, вода идет по дну канавы, имеющей достаточный уклон, не по всей ширине его, а вследствие неизбежных неровностей его, струйками-змеевиками; затем дно зарастает густой травой, движение воды затрудняется, и канава заплывает; поэтому взамен уширения дна более 2 м предпочтительнее увеличить пропускную способность канавы увеличением ее глубины.

Очень часто на торфяном болоте канавы имеют следующие размеры. Магистраль: средняя глубина 1,3 м, ширина дна 1 м, ширина по верху 3,6 м (одиночные откосы); боковые канавы: глубина 1,0—1,1 м, ширина дна 0,3 м, ширина по верху 1,3—2,5 м.

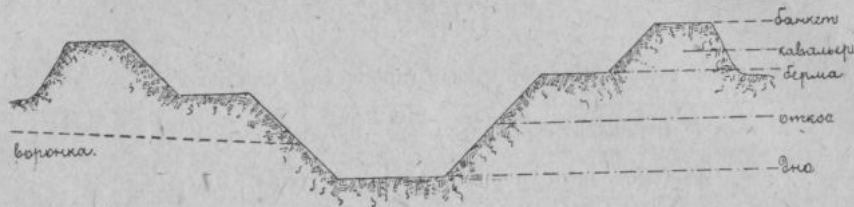


Рис. 121.

Земля, вынимаемая из канав, обычно складывается в валы, называемые кавальерами, по обе стороны канавы; валы должны быть сложены на расстоянии не менее 1 м от края канавы; эта промежуточная полоса земли называется бермою; иногда расстояние вала от края канавы принимается равным глубине ее в данном месте. Оставлять вал земли возле самой канавы недопустимо по следующим причинам: 1) при размыве или сползании откосов вынутая земля сваливается в канаву; 2) вынутая земля уплотняет своим весом торфяной грунт, на котором лежит, и тем затрудняет просачивание воды из болота в канаву; при укладке земли на некотором расстоянии от канавы это давление распределяется на большую площадь, и поэтому вредное влияние ее меньше, чем при складывании земли возле самого края канавы.

Кавальеры-валы земли прорезываются через каждые 20 м водосточными канавками-воронками для облегчения стока воды из болота в канаву; воронку обычно углубляют в материк, давая ей глубину от 0 до 0,60 м и ширину — 0,2—0,3 м, длину — от края канавы до наружного края откоса кавальера около 3,2 м; следовательно в разрезе осушительная канава представится, как на рис. 121.

При устройстве вдоль канавы дороги всю вынимаемую из канавы землю складывают на сторону дороги. Также на одну сторону, именно низовую, выбрасывается земля из канав, проводимых в затопляемых текущей весенней водой поймах рек.

Иногда во избежание устройства специальных водосточных воронок земля из канав складывается в валы то по одну, то по другую сторону канала.

При интенсивном осушении рекомендуется во избежание заметной потери площади земли и развития сорных трав вынимаемую из канав землю разбрасывать тонким слоем по поверхности осушаемого участка. В этом случае надлежит однако быть осторожным, так как торф и прочий выбрасываемый с глубины грунт содержит в себе часто вредные для роста трав соединения.

При введении магистрального канала в реку с большим весенним подъемом воды может возникнуть опасность смыва валов земли быстротекущей водой. Мерами защиты могут быть: ограждение основания вала со стороны канала плетнем, утрамбовывание вынутого грунта, засев кавальера травами, например костром на минеральном грунте. Однако наблюдения на каналезованных реках Осереде и Черной Калитве, притоках р. Дона бывш. Воронежской губернии, показали, что валы из илистого наносного грунта сохраняются удовлетворительно без всяких предупредительных мер.

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ

СПЕЦИАЛЬНЫЕ СПОСОБЫ ОСУШЕНИЯ БОЛОТ

ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ

Низменные пространства, прилегающие к морям, озерам и рекам, горизонт воды которых стоит периодически или всегда выше поверхности низины, устройством обычной осушительной сети осушены быть, понятно, не могут. В таком положении находятся заболоченные луга вдоль рек, запруженных мельничными плотинами. При незначительных уклонах русских рек очень часто на некоторых из них подпор, производимый одной мельницей, доходит до плотины следующей, вышележащей мельницы; часто можно видеть перед мельничными плотинами целые озера длиной в десятки километров и шириною в сотни метров; а если принять во внимание вредное повышение грунтовой воды, распространяющееся в обе стороны при пологих берегах еще на сотни метров, то в сумме получим крупную площадь земли, пропадающей под воду только по вине человека; помимо этого весьма многие реки протекают по столь низменным долинам и болотам, что при незначительном подъеме воды затопляют их.

Многие озера окружены кольцом заливаемых на значительные протяжения пространств; в этом случае всякий подъем горизонта воды в озере распространяется не в две стороны, как это имеет место по берегам рек, а во все четыре, или по окружности, и чем больше площадь озера, тем большую береговую полосу земли затопляет оно при одном и том же подъеме горизонта воды; поэтому искусственное понижение горизонта воды в большом озере путем расчистки или углубления вытекающего из него протока отразится при низменных берегах его благотворно на значительную площадь.

Например озеро Ильмень до постройки Волховской гидроэлектростанции занимало своей водной поверхностью следующие пространства*:

Характеристика горизонта	Высота уровня воды над морем в метрах	Площадь зеркала воды в кв. километрах
Низший	16,8	739
Низкий	17,5	929
Средний меженный	18,1	1 029
Высокий летний	19,2	1 306
Весенний средний	21,3	1 667
Весенний высокий	22,4	1 817
Высший	23,4	2 004

* Извлечено из книги Е. А. Палицына, Озеро Ильмень и река Волхов, 1912 г.

Следовательно обычная площадь озера Ильменя в 1 029 км² увеличивается при высоком весеннем разливе до 1 847 км², затопляя 818 км² прибрежных земель = 81 800 га. Из русских озер обращают на себя внимание по площади затопляемых береговых пространств озера: Чудское, Белое и Ильмень.

Часто встречаются замкнутые котловины, на дне которых скопляющаяся вода образует в зависимости от площади водосбора и проницаемости грунта пересыхающее озеро, постоянную топь или пересыхающее болото. Вывод воды простой канавой требует в этих случаях значительной земляной выемки, часто экономически не оправдывающейся.

При изложенных причинах заболачивания местности, если не представляется возможным уничтожить мельницу, вызывающую подпор, спрямить реку, протекающую по низменным лугам, или углубить на значительное протяжение проток из озера с низменными берегами, приходится у нас обычно от осушения угодья отказываться, так как указываемые в этих случаях особые приемы осушения у нас редко применимы по своей дороговизне или природным условиям; поэтому остановимся на этих приемах кратко, рассмотрев только сущность их.

ОБВАЛОВАНИЕ

Затопляемый участок изолируется от реки, моря или озера, непроницаемой для воды дамбой; вода дождевая, грунтовая и просачивающаяся под дамбой собирается обыкновенными осушительными каналами в искусственные приемники, из которых затем перекачивается насосами в реку или озеро.

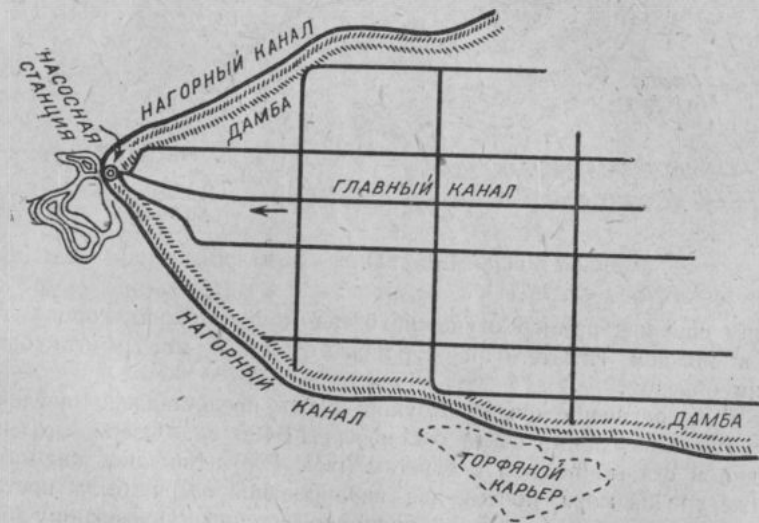


Рис. 122.

В Западной Европе обвалование нижнего течения рек весьма распространено; такие работы произведены в устье р. Вислы, по нижнему Одеру, рр. Рейну, Эльбе, Везеру, Луаре, По, Дунаю, Тиссе и в Америке по р. Миссисипи.

Обвалованием и откачкой воды осушен ряд озер. Например Гаарлемское озеро в Голландии, где собираемая с площади в 18 000 га вода

поднимается насосами на высоту 4,5 м и выливается в море (рис. 122). К насосной станции вода подводится главным каналом шириною по дну от 17 до 20 м, при глубине воды в 1—1,3 м, в который собирается вода из сети канав, разделяющих всю площадь на участки в 20 га. Вся площадь обведена двумя нагорными каналами, выпускающими воду в море. Стоимость всех работ — 23 176 000 марок, что составляет на гектар 1232 марки*.

Закультивированные на месте бывших озер и речных заливов площади носят в Западной Европе название полейдероз.

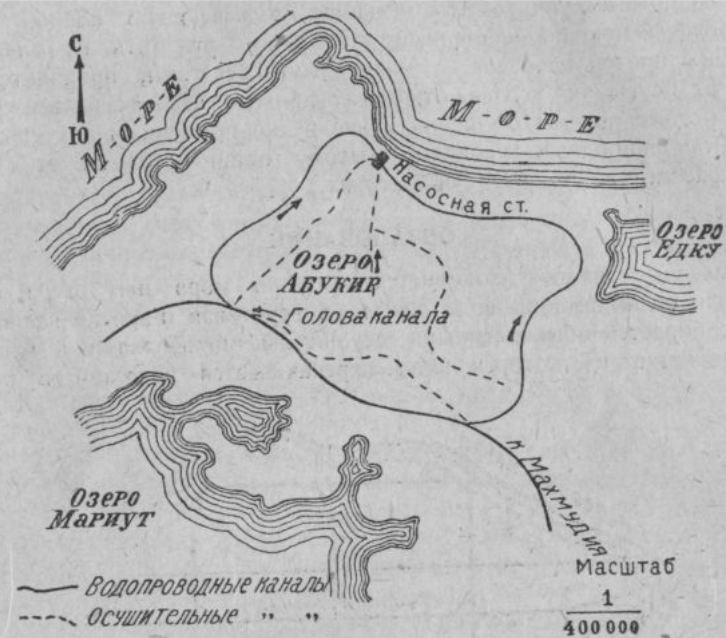


Рис. 123.

Отметим еще как пример осушение озера Абукир около города Александрии в нижнем Египте. М. Ермолаевым** эта работа описана следующим образом.

В 1887 г. осушение озера Абукир было предоставлено английской компании. Вся поверхность озера составляла 11 400 га. Озеро это имело плоское дно и слабый подъем к берегам (рис. 123). Как дно, так и берега озера, ниже уровня моря, почему для изолирования озера была построена со стороны моря дамба с каменной подпорной стеной. По южному берегу этого озера проходит водопроводный оросительный канал Махмудия из р. Нила. По солености воды это озеро было настоящее море, в котором в низкую воду отлагался на дне слой солей толщиной от 0,07 до 0,1 м. Для осушения озера Абукир было предложено два способа: первый — воду выкачать из озера насосами в море; второй — перелить посредством сифона

* Из Handbuch der Ingenieurwissenschaften.

** М. Ермолаев, Современное орошение и хлопководство в Египте.

воду из озера Абукир в озеро Мариут, горизонт которого на 1,5 м был ниже первого.

Правительство разрешило первый способ, для чего на берегу моря была поставлена водоподъемная станция с двумя гвиновскими центробежными насосами производительностью в 1,75 м в секунду. Так как в Египте культура без орошения невозможна, то после опорожнения озера от соленой воды по периферии получившейся котловины проведено от нильского канала Махмудия два водопроводно-оросительных канала, подающих воду как для орошения, так и для промывания отложившихся на дне озера солей. Для отвода отработавших оросительных и промывных вод проведено по котловине три главных дренажных канала.

С 1918 г. в Голландии приступлено к работам по отвоёванию от моря залива Зюдерзее площадью около 3 500 км, на которой 200 000 га предполагается осушить под сельскохозяйственное использование. Работы состоят

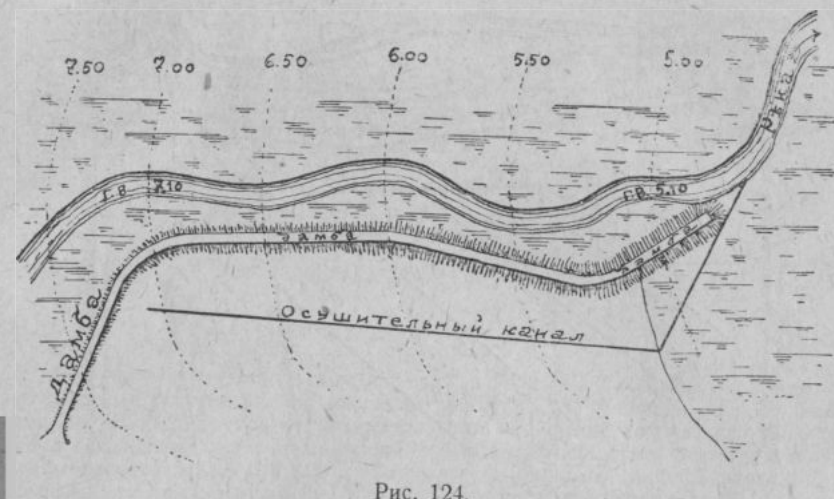


Рис. 124.

в закрытии залива Зюдерзее фашинно-земляной дамбой 29 км длиной, идущей от северного берега Голландии к гор. Пнему, с последующим обвалованием площади залива и откачкой воды из него. Центральная часть залива будет сохранена и, соединенная с морем двумя камерными шлюзами, представит собой внутренний порт. Стоимость работ по осушке — 120 миллионов рублей.

В СССР работам по обвалованию рек предстоит в будущем значительное развитие; в них нуждается все нижнее течение Волги от Сталинграда до Каспийского моря, Кубань и др. реки Кавказа, низменности по рекам Полесья, но до настоящего времени у нас таких работ произведено мало.

При уклоне поверхности воды реки большим, чем то необходимо для движения воды в канаве (0,0001), возможно осушение затопляемого берегового участка ограждением с верхней стороны и со стороны реки дамбами без перекачки воды, а отводом ее самотеком по каналу, устье которого в ту же реку расположено ниже мелиорируемого участка (рис. 124).

Ограждением дамбами с периодической перекачкой воды может быть осушен участок около большой реки, если он затопляется ею только во время паводков от ливней и весеннего таяния снега в обычное же время

горизонт воды ниже поверхности участка. В таком случае участок ограждается дамбой с трех сторон с выходным отверстием в самой нижней своей части, снабженным шлюзовым затвором, куда подводится магистральная осушительная канава; вдоль четвертой повышенной стороны проводится нагсрная канава для отвода притекающей воды. В обычное время шлюз открыт, и осушительная сеть функционирует нормально; после ливня, захватившего значительную площадь, или после начала таяния снега горизонт воды в реке начнет медленно подниматься, и только через несколько дней река затопит низменную долину; в течение этого времени шлюз остается открытым, и вся дождевая и снеговая вода может успеть свободно сойти

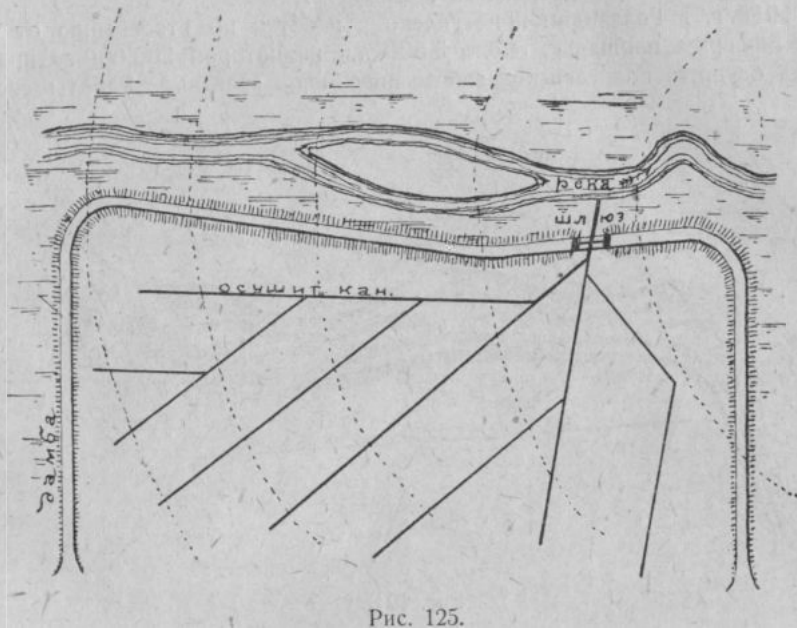


Рис. 125.

с огражденного участка до момента выступления реки из берегов; когда же этот момент наступит, шлюз закрывается, и участок изолируется от речной воды; собирающееся за это время с участка количество воды будет уже незначительно и может быть собираемо в запасные водоемы или перекачиваемо соответствующими по производительности насосами. Когда вода в реке спадет, шлюз вновь открывается, и вода сходит опять самотеком (рис. 125). Открывание шлюза обычно производится автоматически движением воды.

Наконец в некоторых случаях обвалованием и открытыми канавами возможно осушение без механической откачки воды части долины реки, затопляемой водой вследствие подпора от мельничной запруды. Сущность этого способа видна на рис. 126. Затопляемую на незначительную глубину одну из сторон речной долины отделяют от реки валом высотой, превосходящей высокие горизонты воды в реке. Попадающая на участок просачиванием через почву и в виде осадков вода отводится прорытой канавой, пересекающей устроенную ранее земляную плотину.

Работы по ограждению участка от речных вод произведены были первой войной в имении Почапово бывш. Пинского уезда, каковые работы кратко описаны в „Вестнике Минского губернского земства“ * следующим образом:

Исходя из наблюдения, что болота Пинского края, лежащие по берегам рек, неоднократно в течение года заливаются водою, выступающей из берегов этих рек и их многочисленных рукавов и притоков, и таким образом становятся недоступными для обычных способов осушки путем канализации и дренажа, Свежинский пришел к выводу, нельзя ли применить к осушке таких болот тот способ, который был применен голландцами при осушении Голландии, которая также подвергалась периодическим наводнениям (вследствие морских приливов).

Способ этот — устройство соответствующих плотин и дамб и выкачивание воды насосами.

Имея в своем имении (Почапово, в 6 км от гор. Пинска) большие пространства таких низменных болот, лежащих по берегу реки Пины и ежегодно по несколько раз



Рис. 126.

заливаемых выступающей из Пины водою, Свежинский избрал для опыта наиболее типичный участок болота площадью около 77 га, примыкающий с одной стороны к реке Пине, с другой — противоположной — к возвышенным пахотным землям, а с двух остальных сторон граничащий с болотами такого же типа, занимающими громадные пространства. В 1910 г. Свежинский начал строить плотину (дамбу) для ограждения опытного участка от затопления водою из р. Пины и для изолирования его от остальной массы болот. В 1913 г., хотя плотина не была еще совершенно закончена (протяжение ее оказалось около 2½ км при высоте приблизительно в 2,1 м с небольшим), сделана была проба выкачивания воды с участка. В течение месяца при действии насоса с паровым двигателем вся вода с пробного участка была удалена и просачивание подпочвенных вод (чего очень опасался Свежинский, так как оно могло превратить этот опыт в бесплодную сизифову работу) оказалось однако настолько слабым, что, несмотря на небывалое поднятие прошлым летом уровня воды в реке и на болотах, почва на опытном участке стала просыхать лишь вследствие испарения без дальнейшего откачивания воды насосом. Почва эта оказалась довольно мощным слоем ила, на котором сейчас же по удалении излишней воды стала развиваться богатая растительность неболотного типа.

В 1914 г. Свежинский предполагал совершенно закончить плотину и с весны после спада вод приступить к мелиорации опытного участка. Но тут явилось совершенно неожиданное препятствие: последовало распоряжение министра путей сообщения о сносе плотины в тех местах, где засыпаны проходящие через опытный участок незначительные протоки воды, по которым во время больших разливов реки Пины и в течение 2—3 недель проходят плоты. Так как этими протоками, теперь перегородженными плотиною, сокращается километра на 1½ пробег плотов по реке Пине, то министерство путей сообщения и предписало убрать плотину. Распоряжение о сносе дамб было вскоре отменено министерством.

* № 1, 1914 г.

Другого типа работы по обвалованию производились в предвоенное время В. Ридигером в имении Лахва бывш. Мозырского уезда. Главная задача здесь состояла в преграждении валами движения весенних и ливневых вод с прилегающих с севера земель имения Ленин и направлении их в реку Лань, от которой также надо было отваловаться. Прорытые обычных водоотводных канав поперек движения воды не приводило к цели, так как эти канавы вследствие малого уклона переполнялись водой, и вода сплошным слоем пересекала их и шла на юг по земле имения Лахва.

Вследствие незначительной высоты весенних вод здесь высота земляных валов достаточна в 2 аршина, и работа осуществима на большой площади без обычных громадных затрат. Часть вала в северной части имения была сделана в 1913 и 1914 гг., и в летний паводок 1914 г. можно было наблюдать море воды севернее вала и свободную поверхность болот южнее вала.

Подобные простые работы по обвалованию легко осуществить в Полесье на ряде крупных болотных массивов. Например обвалование Туровской казенной дачи в Мозырском уезде дало бы возможность обратить под заселение и культуру пустынный торфяной массив в десяток тысяч гектаров.

У нас в Союзе работы по обвалованию произведены в большом размере по рекам Кубани, Тереку и другим рекам на Кавказе.

Обвалование на реке Миссисипи в Сев. Америке произведено следующим образом. По установлении места дамбы удаляют с площади основания ее и на 1,5 м в стороны корни деревьев на глубину 2,4 м от поверхности земли; на 30 м по обе стороны дамбы вырубает деревья; на глубину 0,15 м разрыхляют почву и удаляют верхний слой грунта. На расстоянии 1,8 м от оси дамбы со стороны реки роется траншея шириною 3,6 м по верху, 2,4 м по низу, глубиною 2,4 м, смотря по грунту. Траншея засыпается и затрамбовывается отсортированным грунтом; траншею выводят за 100 м за пределы дамбы. Насыпка тела дамбы производится слоями по 0,6 м. Земля берется из резервов с речной стороны, на расстоянии 12 м от дамбы; глубина резервов 0,9 м у края к дамбе и 1,8 м у реки. Поперек резервов оставляются траверсы — нетронутые полосы (перемычки) с интервалами не более 90 м для уменьшения скорости течения речной воды по резервам; через траверсы проделываются канавы, чтобы не застаивалась вода.

Дамба насыпается с запасом на осадку 15—25%. Размеры дамб: ширина по верху 2,4 м, откос 3:1, верх дамбы на 0,61 м выше самых высоких вод; типовая высота насыпи 6,1 м; на 2,4 м ниже гребня на сухом откосе устраивается берма шириною 6,1 м с уклоном 1:20. Через дамбу устраиваются переезды с уклоном 1:7. Откос дамбы, обращенный к реке, укрепляется. Расстояние между дамбами 1—2 мили.

На Дунае и по р. Тиссе, его притоку, в Венгрии размеры дамбы иные: высота 5 м, ширина по верху 6 м, заложение мокрого откоса 3:1; сухой откос от гребня имеет заложение 2:1; на нем имеется берма в 4 м ширины, ниже которой заложение откоса 3:1; площадь сечения такой дамбы 114 м²; высота гребня над высшим горизонтом воды 1,5 м, откосы укреплены камнем. Вода из-за дамб перекачивается центробежными насосами; к 1910 г. по Дунаю в Венгрии было устроено валов 2484 км при 64 водоподъемных станциях, а по р. Тиссе — 3299 км валов с 65 станциями.

Общие правила насыпки дамб те же, что и при устройстве земляных плотин*. Дамба требует постоянного надзора, так как может произойти

* Насыпка дамбы в первую половину лета, чтобы произошла к зиме осадка. Учет осадки дамбы и основания ее.

сдвиг ее под действием бокового давления воды, сильная осадка, особенно если дамба насыпана на слабый грунт, просачивание воды через тело дамбы, вымывание водопроницаемого основания, повреждение откоса текущей водой, повреждение откоса волнами, переливание воды через гребень при высоких паводках и при заторах льда, повреждение земляными животными, набухание водою и опрокидывание.

В Германии обвалование низменностей делается полное и неполное. Если низменность прилегает к морю или к устью реки, где воды уже не содержат значительного количества взвешенной мути, там осуществляется полное обвалование так называемыми зимними дамбами, защищающими низменность от самых высоких зимне-весенних вод. Если же низменность прилегает к реке, несущей весной плодородную муть, то обычно такая низменность ограждается неполными, так называемыми летними, дамбами, защищающими низменность от затопления летом, но допускающими затопление плодородными зимне-весенними водами. Для лучшего прохода по низменности зимне-весенних вод в летних дамбах устраиваются специальные сквозные водопропуски, открываемые во время весенней воды и закрытые на все остальное время.

Устройство невысоких дамб в Германии значительно упрощено: ни глиняной забивки, ни снятия верхнего слоя под основание дамбы не производится; ширина по верху делается начиная от полутора метра, заложение откосов — начиная с двойного; тело дамбы насыпается из торфяного и минерального грунта; гребень и откосы обычно одерновываются.

При проектировании речных дамб следует иметь в виду: 1) повышение уровня высоких вод, так как ширина речного разлива окажется значительно суженной дамбами; 2) увеличение скорости течения между дамбами при высокой воде; 3) заторы льда, которые могут вызывать быстрый подъем воды и переливание ее через гребень дамбы; 4) расположение осушительной сети за дамбою и шлюзов в дамбе таким образом, чтобы в межливневый горизонт речной воды вода с низменности за дамбой шла по каналам в реку самооттеком; 5) отложение наносов ниже места окончания дамб: например река По ежегодно продвигается в море на 23,1 м; 6) возможность размывов dna и отложений наносов по реке в пределах дамб.

КОЛЬМАТАЖ

Другим приемом осушения низменных приречных пространств может служить кольматаж их. В огражденный низкими земляными валами участок пускается мутная речная вода; вследствие медленного движения воды на участке из нее осаждаются взмученные частицы песка, ила и т. п., так что с участка стекает уже более чистая вода; при многократном повторении этого приема можно в некоторых редких случаях добиться настолько значительного повышения поверхности участка, что горизонт грунтовых вод, оставаясь на прежней абсолютной высоте, окажется уже заметно ниже поверхности наносной земли, а следовательно условия произрастания растений улучшатся.

Кольматирование возможно вести только во время весенних или дождевых паводков, в какое только время воды рек и бывают мутными; кроме того и условия рельефа местности должны быть благоприятствующими устройству огражденных бассейнов. Вода из реки пускается на участок или непосредственно через шлюзы в береговой дамбе или приводится помощью водоотводных канав, ответвленных от реки выше по течению; скорость воды в этих каналах должна быть настолько значительной, чтобы взмученные

в воде частицы отнюдь не отлагались в них, а выносились на участки. Количество взмученных частиц, приносимых на участки, возможно увеличивать искусственным примешиванием глины, ила и т. п. на пути движения воды по приводящим каналам.

Скорость воды в канале, приносящем чистую глину, должна быть не менее 0,2 м/сек.

Кольматируемая площадь ограждается дамбами, гребни которых находятся выше уровня воды в реке; окруженный таким образом бассейн разделяется на участки мелкими дамбами 2-го порядка, гребни которых лежат на высоте горизонта воды при кольматировании; расстояние между этими дамбами таково, что горизонт воды, поднимаемый каждой из них, несколько выше основания предыдущей дамбы.

Кольматаж может быть прерывным и непрерывным. При прерывном кольматаже вода стоит некоторое время спокойно в огражденных бассейнах и по осветлению выпускается и заменяется свежей мутной водой. При непрерывном кольматаже вода медленно переливается из одного бассейна в другой; глубина воды в бассейнах 0,5—1 м.

Во избежание быстрого размыва дамб рекомендуется для пропуска воды через них устраивать на них особые водосливы; разность горизонтов воды двух соседних участков по проф. Фридриху* не должна превышать 0,10—0,15 м, чтобы при переливании воды через гребни не происходило нового взмучивания уже осевших частиц в нижних участках. Удобнее производить спуск воды через отверстие в дамбе, закрываемое досками, так как, снимая доски, можно постепенно понижать уровень воды в бассейне.

Далее следует добиваться возможно более полного отстаивания воды, так как только при этом условии будет осаждаться мелкий ил, источник плодородия почвы; оседающие же первоначально крупные частицы песка, повышая горизонт участка, сами по себе бесплодны. Кольматажные работы произведены в Южной Франции, на реках Вар, Дюранс и Изере, в Эльзас-Лотарингии и главным образом в Италии (мареммы провинции Тоскана).

Тосканские мареммы между городами Чивита-Веккия и Ливорно площадью 14 967 га повышаются кольматажем в течение 100 лет водою с Апеннинских гор. В течение одного года затопление производится от 8 до 24 раз продолжительностью от 1 до 4 дней каждый раз. Поднятие поверхности местами достигло 8 м.

В Швейцарии кольматажем обращены в плодородные площади песчаные и галечные пространства в Ландквартской долине (Landquart Tal).

Природный кольматаж происходит в дельтах многих рек, где осаждаются приносимые с бассейна реки мелкие частицы ила. Например южная часть Египта создана отложениями ила, принесенного р. Нилом. Велики также нанесенные дельты рр. Рейна, По, Волги, Ганга и др.

Отложения ила и песка на заливных лугах по рекам СССР есть также естественный кольматаж, ведущий к образованию вдоль рек возвышенных сухих валов, за которыми расстилается низменная пойма реки.

В СССР за отсутствием подходящих условий рельефа и малой интенсивностью хозяйства искусственные кольматажные работы распространения не получили.

* „Kulturtechnischer Wasserbau“.

ГРЯДОВАНИЕ

Низменные места, расположенные в замкнутых котловинах, вывод воды из которых помощью канав обыкновенно затруднителен, или же места, находящиеся вообще вдали от удобного приемника воды, могут быть при наличии благоприятных условий осушены следующими приемами, которые обычно у нас очень редко применяются.

Высота поверхности участка над горизонтом воды без изменения положения уровня последнего может быть увеличена проложением по участку на близком друг от друга расстоянии параллельных канав, вынимаемая земля из которых разравнивается между ними и тем повышает поверхность болота между канавами; следовательно участок разбивается как бы на гряды, между которыми проходят канавы, наполненные вследствие отсутствия стока водою. При этом приеме должна пропадать под водою весьма значительная часть площади участка, и потому остальная часть его, гряды, должна быть занята интенсивной культурой, например огородными растениями. Многие огороды под Москвой разбиты именно на таких низинах, и в сырое время на них, между грядами с капустой, стоит не имеющая стока вода.

ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ДРЕНАЖ

Собранную обычными осушительными канавами воду пропускают по вертикально пробуренным через водонепроницаемый грунт отверстиям в глубокие водопроницаемые слои грунта, которые и поглощают поступающую сверху воду. Это так называемый голландский дренаж, так как он впервые получил применение именно в Голландии, вообще говоря применяется редко. Для его осуществления необходимо, чтобы под непроницаемым пластом залегала настолько проницаемая порода, чтобы по ней поступающая сверху вода успевала рассасываться, но и эта редкая водопроницаемая способность быстро должна уменьшаться засорением мутью, приносимой верхней водой. Число отверстий может быть очень велико, — в Голландии устраивается до 5 000—6 000 штук на гектар. Эти отверстия заполняются мелким камнем и на глубине 0,4 м от поверхности земли заравниваются.

В других случаях возможно в один большой поглощающий колодец ввести помощью открытых канав или подземных дрен воду с площади в один и более гектаров.

Для предупреждения засорения колодца собираемую с участка воду пускают предварительно в отстойные бассейны, из которых уже вода течет в поглощающий колодец. Подробнее об этом изложено в курсе дренажа.

Делая в котловине отверстия через непроницаемый грунт, иногда можно натолкнуться на условия, совершенно обратные нужным: вода в проницаемом грунте оказывается частью под давлением, т. е. оседая вниз, через непроницаемый слой отверстием образуется ток воды не сверху вниз, а снизу вверх, т. е. произойдет еще большее увлажнение участка. Поэтому, прежде чем приступить к такого рода осушению, нужно произвести тщательные обследования.

Осушение поглощающим колодцем было проектировано например на участке земли близ ст. Сновская Черниговской губернии.

ОСУШЕНИЕ КУЛЬТУРОЙ РАСТЕНИЙ

Нередко можно наблюдать, как после сведения леса сухие и даже возвышенные угодья начинают заболачиваться мхом и другими болотными растениями, или же, наоборот, сырые голые пространства становятся умеренно

влажными после посева и развития луговых трав. Объясняется это в первом случае поднятием грунтовых вод вследствие уменьшения испарения и во втором — увеличением испарения в атмосферу через растения, или так называемой транспирацией растений.

Имеются еще старые, но опубликованные лишь в 1919 г. Е. Оппоковым („Геофизический сборник“), опыты бывш. Западной экспедиции по осушению болот над испарением воды из сосудов с почвою, в которых поддерживался постоянный уровень грунтовой воды на 35 см ниже поверхности. Сечение сосудов равно 1000 см². За май—октябрь из этих сосудов, поставленных вровень с землей, испарилось в Василевичах Речицкого уезда в миллиметрах:

Г о д ы	Песок		Песок с травой		Торф с овсом		Испаритель Вильда	Выпало атмосферных осадков
	№ 1	№ 2	№ 1	№ 2	№ 1	№ 2		
1883 . . .	547	—	1 605	1 376	1 079	1 107	504	264 мм
1884 . . .	516	501	—	1 200	1 135	1 071	483	247 "
1885 . . .	584	549	1 816	—	1 922	1 881	572	424 "
1886 . . .	532	526	1 246	1 301	1 562	1 647	498	261 "

Среднее годовое количество атмосферных осадков в Василевичах за эти три года было 474 мм.

Эта таблица дает возможность сделать решительные выводы: 1) торфяное болото испаряет не только свой запас зимней влаги, но если имеется приток грунтовой или поверхностной воды, то испарит и эту пришедшую воду; 2) поверхность, покрытая травой, испаряет больше, чем голая земля.

Эти положения подтверждаются и многими другими наблюдениями — лабораторными и в природе.

При наших изысканиях по болоту Выдра в развилке между Днепром и Десною осенью 1909 г. с площади водосбора в 16 000 га не стекло ни одной капли воды, — весь весенний запас воды в торфе испарился.

Испарение с торфяных болот Е. Оппоков иллюстрирует следующим примером. В бассейне канала Утвоха Мозырского уезда, имеющем площадь водосбора 433 км², в том числе 41% болот, выпадает в три летних месяца, июнь—август, 230 мм осадков. Между тем расход воды по каналу, соответствующий средней за 3 года глубине 0,30 м, равен 0,78 м³ в 1 секунду и составляет 6,1% от выпавших осадков.

Наблюдения над жизнью торфяных болот Полесья привели В. Ридигера к следующему заключению: „Высыхание болот до дна, т. е. на всю толщу торфяника, как моховых, так и низинных, повторяющееся через несколько лет на Полесье, указывает на то, что торфяник испаряет не только ежегодные средние осадки в 558 мм, выпадающие на него, но и кроме того значительную часть запаса влаги от прежних лет плюс конденсированные пары воды. И если бы после того, как торфяники высохли до дна, удалось бы зафиксировать это состояние их, изолировать от скопления на них вод с водосборной площади, вызывающее их заболачивание... то, быть может, удалось бы сэкономить ту массу труда, которая затрачивается на осушку каналами („Мелиорат. журнал“, 1915 г., № 1).

Известно также, что понижение уровня грунтовых вод под непосредственным действием водоотводного канала достигается на торфяном грунте лишь на расстоянии не свыше 150 м от канала, дальше же уровень воды в течение всего лета идет параллельно поверхности торфяника и устанавливается всецело в зависимости от осадков и испарения, причем в обычные годы он устанавливается на расстоянии около 40—50 см от поверхности.

Следовательно ограждение торфяного болота от притока пришедших вод есть уже осушение его: лишь весной и в дождливое время может произойти временная заминка.

О большом испарении влаги с площади, занятой лесом, мы имеем также вполне надежные заключения Вольни, Эбермайера и др. для Германии, П. Отоцкого и Б. Высоцкого для СССР, причем листовые породы испаряют более хвойных, менее всего испаряет голая почва.

Таким образом, если на участке происходит смена хвойных пород на листовые, то содержание влаги в почве, при прочих равных условиях, будет уменьшаться. Наоборот, при вырубке леса содержание воды в почве может заметно увеличиться. Это увлажнение увеличивается еще тем, что место вырубki леса остается покрытым хворостом и хвоей.

Особенной силой испарения обладает эвкалипт, родиной из Австралии, не выносящий температуры ниже 9° С холода. При таковой требовательности он разводится в целях осушения местности лишь в Алжире и Италии, притом, по сведениям разных наблюдателей, с различным успехом.

ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ

ОРОШЕНИЕ БОЛОТ И ЛУГОВ ПРИ ОСУШЕНИИ ИХ

РЕГУЛИРОВАНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА

Сельскохозяйственная мелиорация есть такое воздействие человека на землю, которое коренным образом и надолго изменяет условия сельскохозяйственной эксплуатации данной земельной площади. В настоящее время мелиоративные работы разбиваются на четыре основных типа: осушение, орошение, обводнение, укрепление песков и оврагов; эти основные типы работ настолько дифференцировались, что требуют теперь отдельных специалистов. Но во всякой науке и специальности можно проследить три стадии развития: первая — начальная, когда лишь собирается фактический материал, долженствующий составить содержание науки или специальности, без возможности еще его классифицировать и объяснить; вторая стадия — когда собранный материал, объект данной науки и специальности, охвачен в целом и классифицируется, делясь на характерные группы, как например растительный и животный миры были разделены на обособленные роды и виды; в этой средней стадии развития находится и мелиорация, когда она делится на приведенные четыре обособленных отдела. Наконец наука и специальность доходит до третьей ступени развития, когда обособленные отделы и объекты изучения оказываются вновь в неразрывной связи друг с другом, когда например исчезла грань между животным и растительным царствами.

В теоретической своей части сельскохозяйственная мелиорация уже вступает в эту стадию, и мы можем сказать, что задачей мелиорации данного земельного участка является не осушение и не орошение его, а производство на нем таких работ, посредством которых можно отводить избыток воды и пополнять недостаток ее. Иначе говоря, мелиоратор должен уметь взять в свои руки водный режим данной земельной площади, должен быть в состоянии регулировать сток и приток воды по своему желанию; только такой участок теперь может считаться мелиорированным до конца.

Практически такая полная мелиорация осуществляется еще редко, но необходимость ее доказана многими случаями. Можно указать ряд примеров, когда одно осушение ведет к переосушению, а одно орошение привело к засолению почвы. Техническое осуществление полной мелиорации возможно в очень многих случаях, и затруднением является лишь увеличение стоимости мелиорации. Если например по болоту протекает пересыхающая река, берущая начало в прилегающих возвышенностях, то возможность полного регулирования водного режима данного болота налицо: вопрос только в средствах и в экономической выгоде. Такая выгода уже оказывалась и в наших условиях, и потому практической стороне вопроса орошения при осушении преимущественно торфяных болот было уделено уже некоторое внимание в теории и практике мелиорации Союза.

Уже самый характер климата делает ясным, что никакая осушительная сеть не может быть удовлетворительной на каждый год. Ведь годовое количество атмосферных осадков за 1879—1911 гг. по Московской губернии колебалось от 374 до 716 мм, а по всему бассейну, например реки Припяти, за период 1876—1908 гг. от 416 до 736 мм; колебание же по отдельным станциям еще резче.

Между тем торфяной грунт наших обычно осушаемых болот и лугов обладает по сравнению с минеральными почвами такими свойствами, которые делают для него особенно важной возможность искусственного регулирования водного режима в нем в засушливые и мокрые годы. Торфяная почва отличается необычайно большой влагоемкостью: в 100 весовых частях насыщенного водою торфа-сырца содержится 90 и более частей воды и только 10 частей сухого торфа. Значит, если есть источник воды, пополняющий испарения, то корни растения лишены на торфяном грунте воздуха. А так как при этом водонепроницаемость торфа очень мала, движения воды в нем почти нет, то в мокрый год, когда испарение с поверхности пополняется осадками, торфяной грунт, даже прорезанный густой сетью канав, остается пересыщенным водою настолько, что на нем гибнут культурные растения. Наоборот, в сухой год испарением с поверхности торфяная толща высушивается до дна настолько, что может гореть. Благодаря большой капиллярной способности испарившаяся из верхнего слоя вода быстро пополняется поступающей из нижних слоев, пока не истощится запас воды; такое состояние влажности наступает в торфяном грунте при содержании воды еще около 40% по весу, когда растения уже увядают от недостатка воды. Причем это явление увядания растений на торфяной почве, содержащей еще 40% воды, объясняется не только трудностью извлечения этой воды из торфа, но и ядовитостью для растений находящихся в водном растворе органических веществ. Наконец неблагоприятны и тепловые свойства торфяной почвы. Высыхающий торфяник вследствие черного цвета обработанной поверхности сильнее нагревается солнечными лучами, чем почва минеральная, и растения на торфяной почве с нарушенной обработкой дерниной более подвержены опасности выгорания при засухе. Таким образом более резкие переходы от избыточной влажности к пересыханию и от низкой температуры к высокой отличают торфяной грунт от минерального. Следовательно искусственное регулирование водного режима на торфяном грунте является более насущным, чем на грунте минеральном.

Есть еще ряд обстоятельств, которые часто говорят за устройство одновременно с осушением и орошения болот и лугов. Естественная смена растений болота после осушения происходит медленно, начиная делаться заметной через 2—3 года, причем болотные растения сначала еще не вымирают, а лишь перестают развиваться их надземные части, корневища же и семена долго сохраняют свою живучесть и при благоприятных условиях вновь выпускают стебли, как например хвощ, тростник. В это время более культурные растения еще не успевают размножиться, и производительность осушенного болота в таких случаях уменьшается в количестве; при неосторожном же осушении такое положение уменьшения урожая может затянуться на долгое время.

Почти безнадежно простое осушение моховых болот, покрытых белыми мхами, мелкой сосной, клюквой, богульником, шейхцерией и другими негодными растениями. Этот характер растительности сфагнового мохового болота остается обычно без изменения и после осушения, и для использо-

вания осушения необходима или последующая интенсивная культура с разработкой поверхностного слоя или, если первое не по силам, экстенсивное орошение — напуском воды на поверхность моховика. В этом случае пускаемая по поверхности вода полезна не сама по себе, так как воды в торфянике в весеннее время, когда производится затопление, и без того достаточно. Здесь результат орошения является следствием, во-первых, отложения на моховике взвешенных частиц ила, принесенных речной водой с прилегающих полей, во-вторых, содержания в орошающей воде потребных растению питательных веществ в растворе, в-третьих, согревания водой еще не оттаявшего моховика притекающими с полей более теплыми водами. Таким образом цель и действие орошения бывают различны: то оно производится в целях поддержания надлежащей влажности почвы, то в целях непосредственного обогащения почвы питательными веществами.

Естественное орошение лугов весенними водами мы видим в природе часто: это наши заливные луга, дающие из года в год урожаи лучшего сена: здесь то, что уносится человеком с урожаем сена, возмещается весенней речной водой, осаждающей из себя снесенный с поля ил. Необходимым условием действия весенней воды является, помимо богатства воды илом, еще и быстрый отвод воды канавами со всех пониженных мест заливного луга. Если после спада воды в реке в пониженных местах луга вода застоится, то здесь разовьется не луговая, а болотная трава.

ПРИЕМЫ ОРОШЕНИЯ ПРИ ОСУШЕНИИ

Искусственное орошение при осушении достигается в наших условиях следующими тремя приемами. Первый и простейший прием, который можно назвать естественным орошением, состоит в прорытии на расстоянии 400—800 м одна от другой осушительных канав, размеры которых заведомо недостаточны для пропуска весенних вод. Этот способ применен невольно, без мысли об орошении, на большинстве крупных осушительных магистральных каналов Полесья, прорытых бывшею Западной экспедицией по осушению болот по большим низинным болотам. Экспедиционные каналы Полесья таковы, что они могут пропускать без переполнения не более 0,15 литра в секунду с одного гектара водосбора, тогда как в весеннее время гектар водосбора дает и более одного литра воды в секунду. Следовательно весенняя вода не вмещается в магистральном канале и разливается по болоту или лугу. При наличии канала этот разлив продолжается недолго: поверхность болота или луга освобождается из-под воды, как только оканчивается сток снеговых вод. Получается подобие заливного луга вместо бывшего до прорытия магистрали болота. Хороший луг может получиться при таком естественном орошении лишь в случае, если на болото попадают воды плодородные, стекающие с полей; если же водосбор канала ограничивается болотами и лесами, то конечно результат такого орошения получается очень слабый или вовсе его не получается за отсутствием в этом случае удобрительного действия воды.

Изложенное указывает, что при простейшем осушении болотных пространств, предназначенных под естественные луга, было бы ошибочно рыть такие каналы, которые вмещали бы в себя всю весеннюю и летнюю ливневую воду. Такие большие каналы, помимо их большой стоимости, могут оказаться вредными: ни оросительного, ни удобрительного, ни температурного действия текущая по ним вода на луг не окажет; даже заноса семян

культурных трав не последует. При прорытии таких больших канав прежняя болотная растительность пропадет, а новой не появится. Итак узкие каналы есть простейшее совмещение осушения с орошением. Однако в таком способе есть и опасность: во время летнего ливня быстро стекающая с верхней части водосбора вода выступает из имеющей недостаточные размеры канавы и затопляет траву перед самой ее уборкой или уже лежащую скошенной.

Поэтому гораздо надежнее второй прием весеннего орошения болот совместно с осушением, весьма впрочем мало отличающийся на первый взгляд от первого. В рассчитанных на пропуск почти всей весенней и ливневой воды осушительных канавах устраиваются шлюзы для задержания воды летом в засуху и для затопления поверхности болота движущимися весенними водами; для этого нужно только закрыть шлюзы. Так как успех этого приема орошения зависит от удачного расположения и своевременной манипуляции шлюзами, то его можно назвать шлюзовым орошением. Такой осушительной и побочно оросительной сетью можно достигнуть при регулярном действии ее верных результатов, так как:

а) при размерах, рассчитанных на большое количество воды, каналы быстро и своевременно отведут весенние воды с болота после поднятия затворов шлюзов,

б) при больших размерах канав вода летних паводков, вмещаясь в канаве, не затопит сенокосов во время уборки их,

в) во время лета закрытием шлюзов на больших канавах предупреждается сток воды с болота ниже благоприятного для растений уровня.

Следовательно технически этот второй простейший прием орошения при осушении отличается от первого большими размерами канав и наличием шлюзов на них. Шлюзы устраиваются в местах наименьшего уклона канавы, чтобы подпор воды от шлюза распространялся вверх возможно дальше.

По такому простому типу устраивалось шлюзовое орошение в Западном крае как бывшей экспедицией на казенных землях, так затем и частными лицами. Западной экспедицией построено было для управления горизонтом воды в осушительных каналах около 30 водоспусков, причем в очерке работ экспедиции говорится: „Ввиду несомненной пользы водоспусков в деле управления болотными водами предполагается число их постоянно увеличивать не только в казенных дачах, но обязывать частных владельцев, осушающих принадлежащие им болота при содействии правительства, строить этого рода сооружения“. И действительно устройство водоспуска (шлюза) считалось обязательным при проектировании осушительных работ на казенных землях.

Однако возлагавшиеся на водоспуски надежды не оправдались на казенных землях. Чрезвычайно экстенсивное лесное и луговое хозяйство и, как следствие этого, чрезвычайно слабая охрана территории имели обычным результатом быстрое исчезновение затворов шлюза, и в лучшем случае, при целости сооружения, некому все же было во-время манипулировать ими. Поэтому ознакомление с построенными в Полесье шлюзами дает право сказать, что они, по крайней мере в 1913—1915 гг., не работали, и каналы на казенных землях функционировали лишь как осушители. С большим успехом применялось регулирование водного режима шлюзами на частных землях Полесья. Такое простое осушение с орошением устроено было в Полесье в бывших имениях Ленин и Чучевичи Мозырского округа, в бывшем имении, ныне совхозе, Копачевичи Слуцкого округа на площади

около 6 000 га в 1894 г., в бывшем имении Малеево того же округа в 1907 г. и на землях нескольких селений того же уезда. Осуществление этих работ связано в значительной мере с деятельностью в крае А. Х. Якобсона, пропагандировавшего и осуществлявшего их технически. Начавшееся производство таких работ на крестьянских землях без всякого денежного пособия от казны было лучшим доказательством наглядного результата работ, произведенных ранее на землях помещиков.

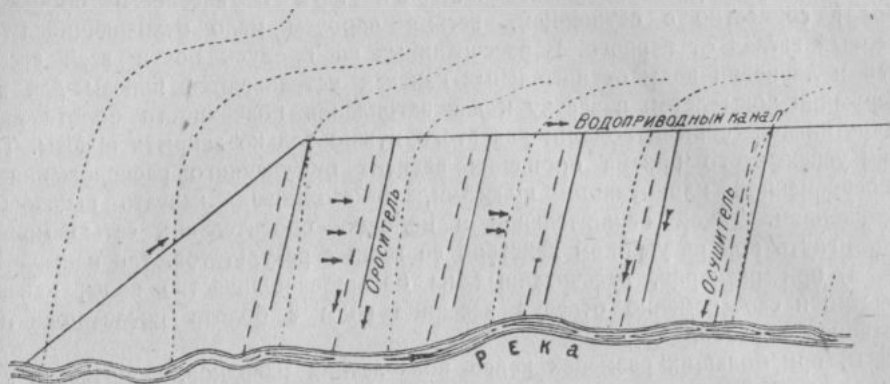


Рис. 127.

Третий прием орошения, являющийся дальнейшим шагом вперед в деле возможности регулирования водного режима болот и лугов, состоит в прорытии наряду с осушительными канавами и канав специально оросительных, проходящих по возвышенной части болота или луга. Одна из



Рис. 128.

простейших схем такой осушительно-оросительной сети представлена на рис. 127.

Здесь при закрытии шлюза на ручье вода из ручья направится по водопроводному каналу на осушаемый болотный луг. При закрытии затворов на самой водопроводной канаве вода из нее пойдет в оросительные канавы, а из них ровным слоем по поверхности земли в осушительные водоотводные канавы, вводимые снова в речку. При постоянном течении воды в ручье можно пользоваться водою из него и в летнее время, заполняя

осушительно-оросительную сеть канав при надлежащем манипулировании шлюзами водою до нужной для растений высоты. Таким образом работами этого типа достигается двойное орошение луга: весеннее — напуском воды по поверхности от краев его к центру, и летнее орошение — поддержанием уровня грунтовой воды на нужном для растений горизонте, так называемое орошение инфильтрацией.

Орошение напуском той же самой площади может быть устроено и по совершенно иной схеме, изображенной на рис. 128. Здесь орошающая вода идет от центра к краям поверхности и собирается в осушительную канаву, прорытую по краю болота. Эту последнюю схему орошения напуском можно назвать центробежной, а первую схему — центростремительной. Чаще осуществима первая схема, центростремительная.

ДЕЙСТВИЕ ОРОШЕНИЯ

Вопрос о действии шлюзового и правильного орошения напуском болот и естественных лугов в условиях Западного края, где это орошение применяется, встретил разное отношение со стороны специалистов, вплоть до отрицания всякого действия его, или при более осторожном отрицательном подходе указывалось на половинчатость и временность этой меры, как не могущей дать того, что дает интенсивная культура болот с оборотом пласта, искусственным удобрением и посевом травяных смесей. Как уже говорилось в начале статьи, результат описанных, применяемых в Западном крае, приемов орошения — естественного, шлюзового и правильного — может проявляться по различным причинам.

1) Приводимая на поверхность торфяника или минерального луга вода пополняет недостаток воды в почве в сухое летнее время. О неблагоприятных водных свойствах торфа, о способности его то пересыхать водою, то быть высушенным испарением до возможности горения уже говорилось. Это орошение в чистом виде достигается лишь посредством привода воды по специальным канавам из непересыхающих речек и надлежащей манипуляцией шлюзами. Применение его возможно в СССР на низинных болотах в очень многих случаях и на больших площадях.

2) Пускаемая в весеннее время по торфянику или минеральному лугу вода осаждают на поверхности покрываемой площади механически взвешенные мелкие частицы почвы, смытые с возвышенных частей водосбора; здесь вода является не орошающим элементом, а средством переноса удобрения. Осаждением на неразложившиеся остатки растений смытого с полей минерального ила создаются наилучшие условия развития луговой растительности, если обеспечен отвод избытка воды. Такими условиями естественного кольматажа создаются заливные луга в поймах рек, протекающих по распаханым районам. Устройство такого удобрительного орошения или кольматажа на осушенном торфяном болоте есть лучший прием экстенсивного сельскохозяйственного использования болота.

3) Пускаемая по поверхности осушенного торфяника вода отдаст торфу или непосредственно растениям часть растворенных в воде минеральных солей; такое удобрительное действие производится или одновременно с только что описанным естественным кольматажем, или самостоятельно водою, не содержащей механически взвешенных частиц. Отдача почве или непосредственно корням растений водою растворенных в ней минеральных солей подтверждается анализами воды при входе на орошаемую площадь и при

выходе с нее. Не приводя заграничных данных, сошлемся на простые анализы Е. Млинарича весенней воды, шедшей в 1912 г. из реки Лани через болота имени Чучевичи Мозырского уезда; места взятия проб у входа и выхода воды на болоте были на расстоянии 18 км друг от друга.

Остаток на фильтре давал взмученные в воде частицы, выпаривание профильтрованной воды показывало содержание растворенного минерального и органического вещества; прокаливание давало лишь минеральный остаток. Результаты указаны в миллиграммах из одного литра воды или в граммах из 1 м³ воды.

	При входе на участок			При выходе с участка			
	15/III	1/IV	15/IV	15/III	1/IV	15/IV	1/V
Взмученных частиц	3,3	2,3	3,4	2,0	1,7	1,4	2,9
Сухого остатка, бывшего в растворе	120	148	136	97	70	89	114
Остаток после прокаливания . .	31	57	41	23	19	21	30

Приблизительно можно считать, что вода проходила по поверхности болота расстояние в 18 км в течение около 15 дней; поэтому вода 15 марта у входа на болото соответствовала, грубо считая, воде у выхода с болота 1 апреля. Приведенная табличка очень резко указывает на обеднение воды растворенными минеральными солями (остаток после прокаливания) после прохода 18 км по болоту.

4) Орошающая вода, стекающая тонкими струями с возвышенности водосбора, насыщена кислородом воздуха, который она частично может отдавать торфяному грунту, переводя в нем вредные для растений закисные соединения в окисные.

5) Нагретая солнечными лучами весенняя вода с полей и лугов, протекая по неоттаявшему еще торфяному болоту, согревает верхний горизонт его, ускоряя его оттаивание, и тем пробуждает к жизни корневища и семена трав.

6) Указывается еще на возможность вымывания текущей водой из торфа веществ, вредных для растений, на принос с полей и культурных лугов семян трав, укрепляющихся затем на орошаемой площади.

После рассмотрения путей воздействия пускаемой на участок воды при орошении ясно само по себе, что не всякая вода годна для такого орошения. Лишь вода, стекающая на болото с минеральных почв, годна для рассмотренных приемов орошения; вода же ручьев, питающихся болотными или лесными водами, содержит в себе как раз вредные для растений вещества, сама бедна кислородом и слабо нагрета солнцем. О доброкачественности воды ручья для орошения можно судить как по характеру водосборной площади его, так и по обильной растительности и по многочисленности водных животных в ней.

Результатом осушения и попутно с ним орошения болот является естественная смена растительности на нем. По наблюдениям Вл. Докторовского орошаемые моховые болота в Минской губ. претерпевают следующие изменения:

1) Растительность мохового болота до орошения: осока, вахта, подбел, калушница, шейхцерия, клюква и росянка и единично другие; напочвенный покров — белый мох.

2) После 2—3 лет осушения с орошением: полевица, осока, хвощ, мытник, подмаренник и единично другие; напочвенный покров — белый и зеленый мох.

3) После 5—6 лет осушения с орошением: мятлик, вейник, полевица, осока, дрема, щлемник, подмаренник; напочвенный покров — зеленые мхи разрозненным ковром.

Следовательно на месте мохового болота получается после 6 лет осушения с орошением мятликовый естественный сенокос с примесью вейника, полевицы, овсяницы и других злаков.

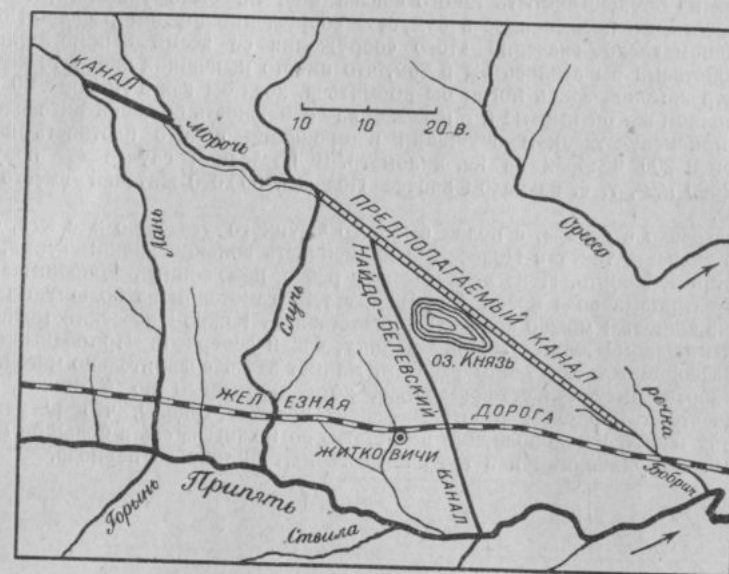


Рис. 129.

Стоимость экстенсивного осушения с попутным орошением, без возможности применения обработки, удобрения и посева травяных смесей, выражается 30—40 рублями на гектар; урожай сена поднимается, грубо говоря, с одной тонны до 2,5 тонн с гектара.

Нынешнее экстенсивное, а затем и интенсивное, связанное с культурой болот и лугов, орошение в виде сочетания с осушением может иметь применение на малых и на очень больших площадях болот, и несомненно в будущем на нем построена будет эксплуатация части нынешних болотных пространств СССР.

Как схему такого типа работы очень большого размера приведем пример из центра Белорусского Полесья, охватывающую площадь в 2500 км². Стекающие с возвышенных плодородных полей бывшего Слуцкого уезда непересыхающие реки Лань, Морочь и Случь при вступлении их в Полесскую низменность могут быть перехвачены общим большим каналом, который при протяжении в 120 км может быть выведен непосредственно в Припять (рис. 129). Этот канал и реки Лань, Морочь, Случь и Припять образуют основную раму, в которой на ровной площади болот может быть создана идеальная осушительно-орошительная сеть.



ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ СОСТАВЛЕНИЕ ПРОЕКТА

СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА

По произведенным изысканиям и соображениям, изложенным в главах о расстоянии между канавами, уклоне дна, глубине, заложении откосов, ширине по дну и пр., составляется проект осушительных работ.

Полный проект работ должен состоять из:

- 1) пояснительной записки, распадающейся в крупных проектах на части: естественно-историческую, гидротехническую, культур-техническую и экономическую;
- 2) подписок о денежном и трудовом участии в работе всех землевладельцев, земли которых затрагиваются осушением;
- 3) выкопировки из 2- или 3-верстной карты Генерального штаба места работ с нанесением проектируемых каналов;
- 4) ведомости гидравлического расчета сечений каналов и рек;
- 5) ведомости протяжений, размеров и объема проектированных земляных работ;
- 6) сметы на земляные и плотничные работы;
- 7) выписки из справочных цен на рабочие руки и материалы;
- 8) плана проектированных работ с обозначением осушительной сети, глубин торфа, высот поверхности;
- 9) продольных профилей проектированных каналов, канав и регулируемых рек с надписанием их глубин на каждом пикете, глубин торфа, воды, обозначением подпочвы, растительного покрова и пр.;
- 10) чертежей мостов, шлюзов и укреплений откосов.

Из перечисленных частей проекта прежде всего составляется план проектированных работ и продольные профили каналов и рек, затем производится гидравлический расчет, вычисляется ведомость размеров и объема проектированных работ, составляются чертежи мостов и водоспусков.

После этого составляется смета на работы и пояснительная записка.

ПРОДОЛЬНЫЕ ПРОФИЛИ

Лишь в простейших случаях возможно прорытие отдельных осушительных канав одинаковой глубины и ширины по всему протяжению. Это делается на работах, осуществляемых отдельными землевладельцами помимо денежного и технического участия государства; расценка таких работ производится с погонного метра.

Во всех же случаях регулирования рек, прорытия водоотводных каналов и осушительных канав является необходимым вычертить профили поверхности земли по линиям предполагаемых работ, наметить на профиле положение дна каналов, руководствуясь изложенными в соответствующих главах соображениями об уклоне и глубине каналов. По положению проектного

дна и поверхности земли на каждом пикете вычисляется проектная глубина канала, ширина по верху, площадь поперечного сечения и объем земляных работ между каждой парой пикетов. По объему земляных работ составляется смета на них.

Вычерчивание профиля производится на специальной профильной бумаге с делениями на доли метра; на такой бумаге толстыми линиями ограничены квадраты, стороны которых равны 0,01 м, линиями второго порядка ограничены квадраты со сторонами в 0,001 м. Две пересекающиеся линии, расстоянием от которых определяется положение всякой точки на плоскости, называются осями координат; из них горизонтальная называется абсциссой, а вертикальная — ординатой. На профильной бумаге расстояние между пикетами откладывается по горизонтальной линии, а условные высоты — по вертикальной, проходящим через соответствующие точки горизонтальной линии. Если принять масштаб в горизонтальном и вертикальном направлениях одинаковым, то после соединения прямыми линиями отложенных на бумаге точек получается линия, подобная линии на местности и на-глаз совершенно горизонтальная, профиль не будет наглядным. Поэтому продольная линия всегда вычерчивается в искаженном виде, что достигается принятием разных масштабов горизонтального и вертикального; чаще принимают 0,01 м на профильной бумаге в горизонтальном направлении за 100 м протяжения на местности (масштаб $\frac{1}{10\,000}$ натуральной величины) и 0,01 м в вертикальном направлении за 1 м падения на местности (масштаб $\frac{1}{100}$ натуральной величины), т. е. масштаб вертикальный в 100 раз крупнее горизонтального. При таком отношении всякий уклон, с которым приходится часто встречаться на болотах, выражается на профиле достаточно резко.

Кроме поверхности болота, на том же профиле откладываются на каждом пикете глубины существующих каналов, высоты горизонта воды на болоте и, в ручьях, глубины торфяного слоя; соединяя и эти точки прямыми линиями, получаем наглядное представление о линии, по которой намечена работа. Над профилем отмечаются и подписываются границы владений, номера кварталов, границы леса, чистого, заросшего, кочковатого болота, дороги, тропы, устья боковых каналов, установленные реперы. Ниже профиля подписываются номера пикетов, условные высоты местности, проектные глубины и пр., как указано на прилагаемом образце рис. 130, на профиле же обозначается и направление линии относительно сторон света, смотря снизу вверх по линии; следовательно на полном профиле мы имеем в компактном виде весь материал, собранный изысканиями на месте.

На профиле линии магистрального канала обязательно должно быть показано дно водоприемника и уровень воды в нем в день нивелировки; если имеются надежные данные, то следует показать уровень межених и высоких летних вод водоприемника.

После этого намечаем на профиле проектируемое дно, прочерчивая его в виде прямой линии определенного уклона, с изломами, сообразуясь с профилем поверхности земли; расстояние дна от поверхности и уклон дна назначаются, сообразуясь с изложенными ранее правилами. Затем по разности отметок начала и конца каждого прямого отрезка линии дна и длине его точно вычисляют уклон дна на этом протяжении; по нем затем вычисляют

высоту дна над условным горизонтом на каждом пикете; вычитая ее из высоты поверхности болота, получают глубину канавы на каждом пикете и подписывают ее на профиле с точностью до сотых долей метра.

Затем проводят на профиле линию расчетного уровня воды, отступив от поверхности земли на 0,3—0,5 м, или вровень с землею, в зависимости от цели осушения; эта линия идет обычно параллельно проектному дну канала.

Определив по карте, плану или по материалам изысканий площадь водосбора канала в устье, вычисляют объем воды, который канал должен пропускать в этом месте в 1 секунду. Берут с профиля проектную глубину воды в этом месте и подбирают по ранее указанным приемам ширину канала по дну; подобным же расчетом находят ошупью места вверх по каналу, в которых следует размеры дна уменьшить; это будет обычно в местах впадения боковых каналов. Ширина выемки по дну берется с округлением до десятых долей метра. Номера пикетов, расстояние между ними, глубина и ширина дна на каждом пикете выписываются затем в особую ведомость, именуемую обычно ведомостью протяжений, размеров и объемов земляных работ.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ОБЪЕМА ВЫЕМКИ

Тело всей выемки из канала между двумя ближайшими пикетами ограничено: с двух концов — отвесными и параллельными друг другу плоскостями — поперечными трапециевидными сечениями канала, сверху — поверхностью земли, снизу —

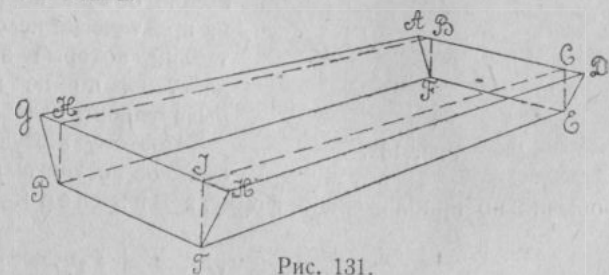


Рис. 131.

плоскостью дна канала и с боков двумя откосами канала (рис. 131); четыре линии пересечения этих продольных плоскостей между собою при различной глубине выемки на смежных пикетах не параллельны друг другу и не сойдутся при продолжении их в одной точке; такое тело именуется в геометрии призматомом (если бы упомянутые линии пересечения плоскостей были параллельны друг другу, то тело выемки представляло бы призму, а если бы эти линии сходились при продолжении, то — усеченную пирамиду). Объем призматоида выражается довольно сложной формулой, для вывода которой разделим тело призматоида отвесными плоскостями BFH и CEI , проходящими через линии пересечения дна канавы с откосами, на три части:

$$1) BFPHCEFI — призму объема $v_1 = \text{пл. } BFPH \times BC = \frac{h+h_1}{2} \cdot l \cdot b,$$$

где h — глубина на одном пикете, h_1 — на другом, l — расстояние между пикетами, b — ширина канавы по дну;

2) усеченную пирамиду $ABFGHP$ объемом (объем усеченной пирамиды по теореме геометрии выражается через $\frac{1}{3} h \cdot (F + f + \sqrt{Ff})$, где F — пло-

При откосах полукривых ошибка увеличивается в полтора раза, при откосах полукривых ошибка уменьшается на половину против величины ее, указанной в таблице.

Так как при обычных условиях прохождения канала по болоту разница глубин между смежными пикетами в среднем редко превышает 0,10 м, то ошибка в вычислении по приближенной формуле на протяжении одного километра составит при откосах 1:1 объем менее 1,67 м³.

Площади поперечных сечений берутся из готовых таблиц. Для вычисления объема по этим таблицам приходится делать следующие манипуляции: на отдельном листе выписывается площадь сечения, соответствующая глубине выемки на 1-м пикете, под нею то же для 2-го пикета; под этими двумя выписанными площадями подписывается полусумма их (при небольшом навыке она пишется непосредственно, без предварительного складывания и деления), полусумма умножается на расстояние между пикетами, и произведение пишется в ведомость; при расстоянии между пикетами в 50 м взамен умножения на 50 площадь вычисленную полусумму делить на 2, что дает в результате те же цифры (умножение на 50 равносильно умножению на дробь $\frac{100}{2}$).

Для вычисления объемов по точной формуле призматоида составлено много таблиц. В этом случае для удобства вычислений точную формулу представляют в ином виде, исходя из площади поперечного сечения на середине между пикетами.

Размеры этого сечения равны:

Ширина по дну — b — та же, что и на пикетах, глубина

$$h_{cp.} = \frac{h + h_1}{2},$$

заложение откосов — m — то же, что и на пикетах, площади

$$F_{cp.} = \frac{b + b + 2h_{cp.} \cdot m}{2} \cdot h_{cp.} = (b + m \cdot h_{cp.}) \cdot h_{cp.}$$

Подставляя вместо $h_{cp.}$ величину его $\frac{h + h_1}{2}$, имеем:

$$F_{cp.} = \left(b + m \cdot \frac{h + h_1}{2} \right) \cdot \frac{h + h_1}{2} = b \cdot \frac{h + h_1}{2} + m \left(\frac{h + h_1}{2} \right)^2.$$

Объем по средней площади сечения получается:

$$V_{cp.} = F_{cp.} \cdot l = \left[b \cdot \frac{h + h_1}{2} + m \left(\frac{h + h_1}{2} \right)^2 \right] \cdot l.$$

Этот объем по средней площади меньше исчисленного ранее объема по точной формуле призматоида на:

$$V - V_{cp.} = \left[\frac{h^2 + h_1^2 + h \cdot h_1}{3} \cdot m + \frac{h + h_1}{2} \cdot b \right] \cdot l - \left[b \cdot \frac{h + h_1}{2} + m \cdot \left(\frac{h + h_1}{2} \right)^2 \right] \cdot l = \frac{(h - h_1)^2 \cdot m}{12} \cdot l.$$

Таким образом:

$$V = \left(F_{cp.} + \frac{(h - h_1)^2 \cdot m}{12} \right) \cdot l;$$

здесь

V — точный объем выемки по формуле призматоида,

$F_{cp.}$ — площадь сечения на середине между пикетами по средней гл-

бине $\frac{h + h_1}{2}$,

h и h_1 — глубины на смежных пикетах,

m — заложение откосов, равное 1, 1¹/₂, 2 и т. д.

Площадь сечения $F_{cp.}$ берется сразу из таблиц площадей, а поправка $\frac{(h - h_1)^2 \cdot m}{12}$ из специальных таблиц поправок.

Не производится никаких вычислений при пользовании таблицами, составленными по принципу пифагоровой таблицы умножения; в левом вертикальном и верхнем горизонтальном столбцах пишутся глубины канав, а на пересечениях соответствующих столбцов непосредственно дается объем канавы при том расстоянии между пикетами, для которого составлена таблица. Для всякой ширины дна и заложения откосов нужна особая таблица; ввиду весьма специального значения таких таблиц и кропотливости их составления, их нет в продаже, и едва ли даже вычислен весь их комплект.

Если работа намечена по линии существующего русла, то действительный объем выемки получается как разность объема проектированного канала и объема существующего русла, если сечение последнего целиком вмещается в сечениях проектных (рис. 133). Если же ширина или глубина существующего русла на иных пикетах более проектированных, то вычисляется не весь существующий объем, а только та часть его, которая заключена в объеме проектированного канала. При этом поперечные сечения существующего русла и проектированного могут располагаться относительно друг друга по симметричному расположению согласно одной из шести изображенных схем, на которых вычисляется та часть площади сечения существующего русла, которая не вмещается в проектируемое сечение и на схемах заштрихована (рис. 133).

Часто при большой воде, зыбкости грунта, отложениях наносов и пр. является невозможным измерить ширину существующего русла по дну.

В этом случае для вычисления объема существующего русла можно принимать поперечное сечение его подобным эллипсу или параболе.

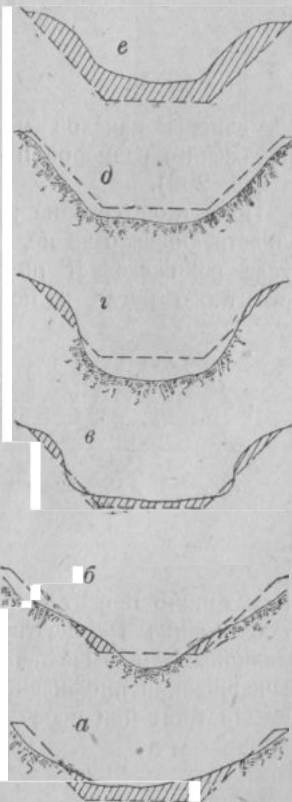


Рис. 133.

К половине эллипса сечение русла ближе подходит, когда ширина его более глубины. Половина площади эллипса (рис. 134а), соответствующая площади сечения русла, выражается формулой:

$$F_{эл.} = \frac{\pi}{2} \cdot a \cdot b = \frac{\pi}{4} B \cdot h = 0,79 \cdot B \cdot h,$$

где B — ширина русла по верху, h — глубина.

К параболической кривой сечение русла ближе подходит, когда ширина его менее глубины (рис. 134б). Площадь, ограниченная двумя ветвями параболы и замкнутая сверху линией ab , выражается:

$$F_{пар.} = 2 \cdot \frac{2}{3} \cdot x \cdot y = 0,66 \cdot B \cdot h.$$

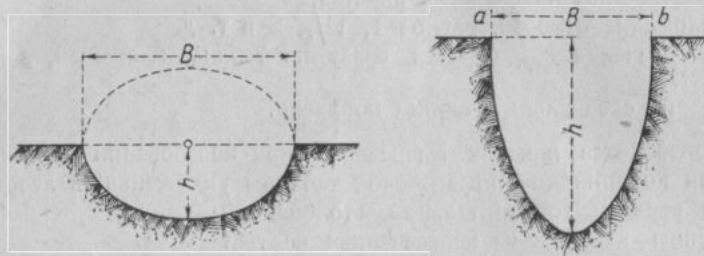


Рис. 131 а и 134 б.

Размеры каналов и вычисленные объемы выписываются в ведомость протяжений, размеров и объемов канав нижеприводимой формы (см. табл. на стр. 209).

Проектное сечение канала не всегда накладывается так симметрично на существующее сечение, как это изображено на рис. 132. При извилистом русле реки следует провести на плане крупного масштаба положение оси проектного русла и после того расположить проектные сечения канала



Рис. 135.

симметрично проектной оси канала (рис. 135). Взаимное положение проектного сечения и существующего сечения оказывается в таких случаях весьма различным, и вычисление земляной выемки возможно лишь с помощью вычерчивания профилей поперечных сечений и определения площади выемки планиметром или пересчетом клеток профильной бумаги.

С М Е Т А

Объем выемки совместно с характером растительности на осушаемом участке, родом грунта, наличием или отсутствием подземных пней росшего некогда леса определяет главным образом количество рабочих рук для выполнения работы; при этом следует иметь в виду, что

ВЕДОМОСТЬ РАЗМЕРОВ И ОБЪЕМОВ ВЫЕМКИ ПО УСТРОЙСТВУ БОКОВОЙ КАНАВЫ № 3 к № 1 в..... КАЗЕННОЙ ДАЧЕ..... ЛЕСНИЧЕСТВА..... УЕЗДА..... ПО ИЗМЕРЕНИЯМ В 19..... ГОДУ В МЕТРАХ.....

№ пикетов	Расстояние	Проектные размеры		Существующие размеры		Объемы			Примечание	Объяснение хода вычислений
		Глубина	Ширина	Глубина	Ширина	Проектного канала	Существующего канала	Новой выемки		
216		0,88	1,00	0,96	2,76	165,44	108,96	56,48	Схема на рис. 133	$\frac{1,00 + 2,76}{2} \cdot 0,88 = 1,6544$
217	100	0,88	1,00	1,00	2,76	160,00	80,40	79,60		$\frac{0,40 + 2,52}{2} \cdot 0,36 = 0,5256$
218	100	0,84	1,00	0,60	2,68	144,16	114,16	30,00		$\frac{0,60 + 2,68}{2} \cdot 0,66 = 1,0824$
219	100	0,76	1,00	0,60	2,52	133,76	78,80	54,96		$\frac{0,64 + 2,52}{2} \cdot 0,76 = 1,2008$
220	100	0,76	1,00	0,60	2,52	149,60	41,36	108,24		$\frac{0,40 + 2,10}{2} \cdot 0,30 = 0,3750$
221	100	0,88	1,00	0,50	2,76	152,14	68,24	83,90		$\frac{0,50 + 2,16}{2} \cdot 0,34 = 0,4522$
222	100	0,78	1,00	1,60	2,56	154,92	66,85	88,07		$\frac{1,48 + 1,90}{2} \cdot 0,54 = 0,9126$
223	60	0,90	1,00	0,40	2,80	94,50	19,21	75,29	В торфяном и песчаном грунте. × Ольховый лес средней густоты. × Казенная дача.	$0,78 \cdot 1,70 \cdot 0,32 = 0,4243$
a	40	0,80	1,00	1,20	2,60	60,79	—	60,79	эллипс	$\frac{1,20 + 1,20}{2} \cdot 0,18 = 0,2160$
224	800	0,86	1,00	—	2,72	1 215,31	577,98	637,33		

14 Дубах А. и Спарро Р. Осушение болот.

	Рабочих сил для леса		
	Густого	Посредственного	Редкого
1) Дуба, бука, ильма, клена, ясеня, лиственницы и других твердых деревьев при высоте их на корне:			
а) 24 и более метров:			
Очень толстых (в комле 53 и более сантиметров)	448	355	226
Толстых (в комле от 36 до 53 см)	418	333	211
б) от 16 до 24 м:			
Очень толстых	404	315	200
Толстых	374	293	187
Посредственных (в комле от 22 до 36 см)	359	255	180
в) от 10 до 16 м:			
Толстых	294	233	147
Посредственных	279	225	140
Тонких (в комле менее 22 см)	204	165	102
г) высотой менее 10 м:			
Посредственных	190	150	95
Тонких	150	120	75
2) Сосны при деревьях высотой:			
а) 24 и более м:			
Очень толстых	350	278	175
Толстых	320	255	160
б) от 16 до 24 м:			
Очень толстых	318	248	159
Толстых	288	225	144
Посредственных	240	192	122
в) от 10 до 16 м:			
Толстых	220	188	114
Посредственных	175	155	92
Тонких	145	133	77
г) высотой менее 10 м:			
Посредственных	130	100	65
Тонких	90	71	45
3) Ели, березы, осины, липы и других деревьев мягкой породы количество рабочих сил подавать против сосны от 10 до 12% меньше, смотря по мягкости породы:			
Кустарника и дровяного леса	90	40	25

Примечание. Если сумма площадей поперечного сечения пней от срубленных на гектаре деревьев составляет более 37 м², то такой лес считается густым, от 23 до 37 — посредственной густоты, а менее 23 м² — редким.

земля, вынутая из канавы, должна складываться по обе стороны ее в валы, отстоящие от края канавы не менее 1,0 м, и эти валы должны прорезываться через 20 м воронками для облегчения стока воды с болота в канаву. Количество рабочих рук вычисляется по нормам Урочного положения, составленного еще в 1869 г., соответствующие параграфы которого приведем в том порядке, в котором работа выполняется.

В смете на прорытие осушительных канав должны быть предусмотрены следующие работы:

- 1) вырубка леса на всей площади под канал, бермы и кавальеры, и складывание его за кавальерами;
- 2) выемка грунта из канала;
- 3) очистка берм от вынутого из канала грунта;
- 4) складывание вынутого грунта в кавальеры на расстоянии не менее 1 м от края канала;
- 5) устройство воронок для стока воды через 20 м по каждой стороне канала;
- 6) устройство по сторонам каждой воронки берм шириною 0,4 м;
- 7) обделка кавальеров со стороны канала и воронок откосом не круче полукорневого;
- 8) планирование откосов канала.

Количество рабочих рук для вырубки леса на полосе под канал, бермы и кавальера его определяется § 99.

§ 99. Для вырубки леса с корчеванием пней, обружкой сучьев и вершин у строевых деревьев, относкою в сторону и складыванием бревен, накатника и жердей в штабели, дров и хвороста в кубы, а пней — в кучи, на гектар (см. стр. 212, 213).

§ 100. Для вырубки леса без корчевания с очисткою его сучьев, относкою в сторону и на укладку бревен, накатника и жердей в штабели, а дров и хвороста — в куб, сажени, количество рабочих сил на десятину уменьшать против § 99 на 40%.

На самое прорытие канав назначаются рабочие руки согласно § 30 (см. табл. на стр. 210).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Всякий проект мелиоративных работ, представляемый в учреждение на утверждение или для получения ссуды, должен содержать пояснительную записку, заключающую в себе:

- 1) объяснение, по какому побуждению составлен проект: постановление совещания, заявление учреждения, приговор сельского общества и т. п.;
- 2) изложение цели работ, истории дела и источников, средств на работу;
- 3) описание предположенной к мелиорированию местности: рельеф, мощность торфа или иной почвы, растительность, способ эксплуатации, урожай;
- 4) описание водоприемника и существующих на исследованной территории водных потоков и бассейнов, грунтовых вод, существующих канав и т. п.;
- 5) описание произведенных изысканий и исследований;

СМЕТА НА ПРОРЫТИЕ ОСУШИТЕЛЬНЫХ КАНАВ СОСТАВЛЯЕТСЯ ПО УРОЧНОМУ ПОЛОЖЕНИЮ* В СЛЕДУЮЩЕМ ВИДЕ:

№ № по порядку	Описание работ	Урочное положение	Потребное количество			Стоимость				Примечание
			Рабочих		Матер.	Единицы		Всего		
			Пеших	Конных		Руб.	К.	Руб.	К.	
1	Для вырубki с корчеванием пней по линии канала № 1 дровяного леса и заросли лозы средней густоты на протяжении 300 м при ширине полосы в 9,4 м на площади в 2 820 м ² потребно рабочих: 40 × 0,282.	§ 99	11,28	—	—	1	20	13	54	По справочным ценам отдела труда за месяца год.
2	Для прорытия канала № 1 длиной 1 000 м со средними размерами: глубиной 1,2 м, шириной по дну 1,0 м, по верху 3,4 м, объемом 2 640 м ³ , а за вычетом 510 м ³ объема существующей канавы, объемом выемки 2 130 м ³ торфяного и песчаного грунта, с корнями и пнями деревьев потребно землекопов: (0,20 + 0,05) × 2 130.	§§ 30 и 31	532,50	—	—	2	—	1065	—	
3	Для очистки полосы (берм) на ширине 1 м по обе стороны канала от половины вынутой из канала земли с вторичным откидыванием ее в валы вдоль канала (другая половина вынутой земли сразу попадает на место валов) потребно землекопов: 0,08 × 1 065.	§ 35	85,20	—	—	2	—	170	40	
	Примечание. Если осушение производится под интенсивные культуры, то вся вынутая из канав земля разбрасывается по поверхности участка с дополнительной затратой на доставку ее в сточных канавок (воронок) длиной по 3,0 м, шириною 0,3 м, глубиной от 0 до 0,4 м, объемом 3 × 0,3 × 0,2 = 0,18 м ³ каждая, всего воронок (1 000 : 20) × 2 = 100 штук объемом 18 м ³ потребно землекопов: 0,20 × 18.	§ 30	3,60	—	—	2	—	7	20	
5	Примечание. При осушении под интенсивные культуры с разброской вынутой земли сточных воронок не делают. Для планировки под рейку готовых откосов канала при заложении их 1 : 1, средней глубине канала 1,2 м, длине 1 000 м, на площади 1 000 × 2 × √(1,2 ² + 1,2 ²) = 6 787 м ² потребно землекопов: 0,015 × 6 787.	§ 47	101,8	—	—	2	—	203	60	
6	Всего на основную работу потребно . . . На вспомогательные и непредвиденные расходы: 2% от основной стоимости Всего согласно Урочн. полож. и справочным ценам	§ 7	—	—	—	—	—	29	39	
7	По данным опыта работу эту можно исполнить вчистую по 50 к. за м ³ объема выемки, т. е. за 0,5 × 2 130 = 1 065 руб. а с прибавлением 10% взносов на социальное страхование и 1% на культ.-просвет. работу, что составит 117 руб. 15 к. всего требуется по опытной расценке 1 182 руб., каковая сумма и испрашивается.		—	—	—	—	—	117	15	
	(Подпись)							1 182	81	

* Урочное положение для строительных работ, 1923 г.

б) описание предположенных работ: род и расположение осушительной сети/ протяжение, размеры, стоимость. Дороги, мосты и водоспуски, их расположение, типы, стоимость;

7) предполагаемое хозяйственное использование мелиорированной площади с подробным обоснованием рентабельности работ,

8) условия производства работ: юридические (соглашение с землепользователями и т. п.), организационные (хозяйственное, подрядное производство работ), технические (инструменты, помещения для рабочих; и материальные (порядок получения и расходования средств),

9) обнаружившиеся после составления проекта желательные изменения*

К записке по крупным проектам прилагаются отдельные записки по почвенным, гидрологическим, культур-техническим и экономическим исследова-

Д° В Надлежащее экономическое обоснование проекта работ по осушению в сельскохозяйственных целях должно состоять, по схеме Н. Фролова, из трех частей: а) описательной, б) расчетной, в) заключительной.

В описательной части должны быть даны сведения по следующей программе:

а) история возникновения данного проекта;

б) сведения о производившихся ранее в данном месте и в особенности на данном болотном массиве мелиорациях, их результатах и, если они были неудачны, причинах этих неудач;

в) хозяйственное использование участка, подлежащего мелиорации, в настоящее время;

г) предполагаемый способ хозяйственного использования участка после его мелиорации;

д) сведения о числе дворов, заинтересованных в данной мелиорации, с распределением их на группы по размерам земельного обеспечения и количеству скота на двор (или на душу), о земельной площади, с распределением ее по угодиям, посеве хлебов и кормовых растений и урожаях и наконец о количестве и составе скота;

е) кормовой баланс, т. е. сравнение количества всякого рода кормов, собираемых в хозяйствах в хорошие, средние и плохие годы, и расходы кормов на намеченный скот.

При составлении баланса пользоваться данными о сборе сена, соломы и др. кормов по опросу при изысканиях или местными статистическими данными; для вычисления расхода кормов пользоваться кормовыми нормами.

Принятые для дальнейших расчетов данные, кроме ссылок на них в тексте, должны приводиться в особых таблицах, прилагаемых к

В расчетной части должны быть произведены вычисления, необходимые для ответа на следующие вопросы: а) рентабельна ли будет затрата на проектируемую мелиорацию, б) степень рентабельности. Для ответа на эти вопросы надо сначала найти следующие величины:

d — валовой доход подлежащего мелиорации участка в данное время (до мелиорации).

D — валовой доход этого же участка после мелиорации.

K — капитальная стоимость сооружения.

p — процент на капитал.

l — число лет службы сооружения*.

T — текущие расходы на поддержание и охрану сооружений в процентах от основных затрат $\{K\}$.

e — ежегодные сельскохозяйственные расходы по участку.

И в нахождении этих величин руководствоваться следующими указаниями*

\wedge равно валовому продукту (сбору), с участка (например сена) умноженному на местную среднюю годовую цену данного продукта (взятую при возможности на 3-5 лет); для заболоченных выгонов d может быть взято равным валовому доходу худшего болотного сенокоса.

D находится так же, как и d , причем валовой сбор (в натуральных единицах) должен браться предположительный, средний первого десятилетия после прорытия канав; цены должны быть взяты с учетом изменившегося качества сена; доходность участка, осушенного под выгон, может быть взята равной доходности экстенсивно осушенного сенокоса худшего качества.

K находится по сметной стоимости исполнения работ. В состав K входят расходы на: а) изыскание и др. подготовительно-организационные расходы, б) гидротехнические работы, в) работы по устройству дорог мостов и т. д., г) расходы на раскорчевку и первую вспашку при закультивировании болота, д) специальный болотный инвентарь и др. расходы на улучшения, действующие более одного года. Если эти затраты будут оплачиваться процентом различной высоты и погашаться в разные сроки то необходимо K разделить на $Kv K2...$, вычисляя расходы на уплату процента и амортизацию для каждого отдельно. В состав K входит не только оплачиваемая рабочая сила или материалы, но и затрата труда самого населения.

p берется равным проценту, взимаемому по мелиоративным ссудам.

l принимается равным 15 годам соответственно сроку, на который выдается ссуда на капитальные затраты.

T берется равным 2—4% стоимости сооружения (в зависимости от участка).

e составляется из ежегодных расходов на вспашку, удобрения, посев трав и т. д., вообще на такие работы и материалы по культуре болота действие которых продолжается один год: при экстенсивном осушении сено-

с процентом на капитал, текущими расходами, амортизацией и ежегодными сельскохозяйственными расходами. Если величина r получается положительная, то это значит, что чистый доход увеличится, и мелиорация рентабельна.

Степень рентабельности определяется как размером чистого дохода (r) на площадь (масса ренты), так и нормой ренты N_r , т. е. отношением мелиоративной ренты к затраченному на мелиорацию капиталу (K), по формуле:

$$N_r = \frac{100 \cdot r}{K}$$

Заключительные выводы должны содержать заключение составителя проекта о степени рентабельности и о способах финансирования проектируемого сооружения, т. е. откуда и на каких условиях могут быть получены необходимые для исполнения работ средства, как должна быть организована эксплуатация сооружения для обеспечения исправного погашения всех ежегодных расходов: процентов на капитал, эксплуатационных амортизаций, затрат на сельскохозяйственные работы и на обеспечение постоянной доходности.

ГЛАВА ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ

ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Ручной и машинный способы производства работ. Прорытие осушительных канав и расчистка водоприемников производятся ручным и машинным способами. Все работы Западной экспедиции по осушению болот за время с 1873 по 1902 гг. производились в Полесье ручным способом — лопатами, причем лопатами удалось расчистить и выпрямить реки с площадями водосборов до 1000 км², длиной до 90 км. Ручная работа по таким речкам возможна лишь в более сухие годы, так как в мокрое лето долины таких речек залиты водой, и русла становятся недоступными.

Вкратце преимущества машинного рытья канав и расчистки рек могут быть сведены к следующему:

- 1) машина незаменима для расчистки речек с большой водой, в которой невозможна работа землекопа;
- 2) машина заменяет тяжелый рабочий труд, и расчистка речек и рытье канав из работы мучительной и вредной для людей становится физически легкой и не губительной для здоровья;
- 3) машина заменяет недостаток рабочих рук;
- 4) машина может работать поздней осенью до времени замерзания воды, когда люди стоять в воде отказываются.

Главнейшие затруднения, с которыми приходится встречаться при машинной работе и которые необходимо заранее взвесить:

- 1) наличие в торфяном грунте массы завалившихся и покрытых торфом деревьев, корней срубленного или погибшего леса, а в речках кроме того затонувших при сплаве бревен;
- 2) необходимость при прохождении реки и канавы под мостом разбирать или машину, или мост;
- 3) высокие одновременные затраты на приобретение, доставку и сборку машины и трудность ремонта некоторых частей;
- 4) необходимость доделки лопатами канав, пройденных машиной.

Достоинством ручного производства работ является крайняя незначительность предварительных затрат на приобретение инвентаря; часто при найме профессиональных землекопов таких затрат и вовсе не требуется, так как землекопы являются со своими инструментами.

Возобновление трасс. Проектированные линии канав восстанавливаются вешками, укрепляемыми по оси канав в местах забитых при изысканиях пикетов; при этом отыскание мест пикетов производится отмериванием указанных на плане работ расстояний. По поставленным вешкам проверяется правильность линий канав, и в случае замеченной не вызываемой условиями рельефа кривизны линии выпрямляются. Затем в каждую сторону

от пикетной вешки отмеривается лентой или деревянной двухметровкой по половине указанной в ведомости размеров канав ширины по верху на данном пикете. В этих боковых точках ставятся также прочные вешки, на которых надписываются карандашом номер пикета и проектная глубина канавы. Затем по линиям этих боковых пикетных вешек ставятся промежуточные колья на расстоянии вдоль канавы десяти или менее метров друг от друга. Таким образом очерчиваются ясно края или бровки канав. При приступе к рытью между этими кольями натягиваются шнуры, по которым лопатами обрезаются края канав.

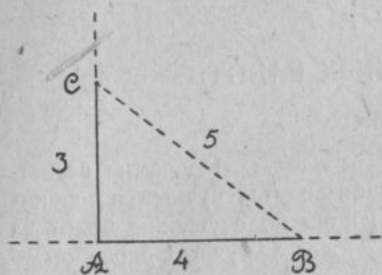


Рис. 136.

Затем производится „вынос“ пикетов; против занивелированного осевого пикетного кола, несколько отступая за край будущего канала, забивается на одной высоте с пикетным еще контрольный кол, от которого отмеривается глубина канала при производстве и проверке земляных работ. Забивание выносного пикета на уровне с осевым пикетом производится или по нивелиру, или по уровню. От намеченных краев канала (бровки) отмеривается затем еще расстояние 1 м, за которое должна быть отброшена вся вынутая из канала земля.

Полезно напомнить, что для проведения на месте линии AC , перпендикулярной к данной AB , надлежит, если не имеется угломерного инструмента, поступать следующим образом (рис. 136). От точки A осевой линии отмеривается 8 м, и забивается кол. Затем на точке A закрепляется конец мерной ленты, а на точке B 16-метровое деление ее. Взяв после этого ленту за 6-метровое деление ее, отходят от осевой линии в сторону направления перпендикуляра до тех пор, пока натянутся обе части рулетки, и здесь против 6-метрового деления ставят вешку C . Направление AC и будет перпендикулярным к AB , так как образуется треугольник со сторонами в 6, 8 и 10 м длиной, угол которого между сторонами в 6 и 8 м прямой, что вытекает из основной теоремы о прямоугольных треугольниках: „сумма квадратов катетов равна квадрату гипотенузы“.

Так как на поворотах магистральные каналы проводятся по закруглениям, то в этих местах приходится произвести разбивку кривой по дуге окружности. В некоторых случаях это производится постановкой вешек на-глаз. Надежнее всего разбивку кривой перенести на место с чертежа (рис. 137); вычертив в масштабе 1:500 пересечение направления канала, делают геометрическим построением угол A между линиями канала пополам, находят затем движением прямоугольного треугольника ту точку O

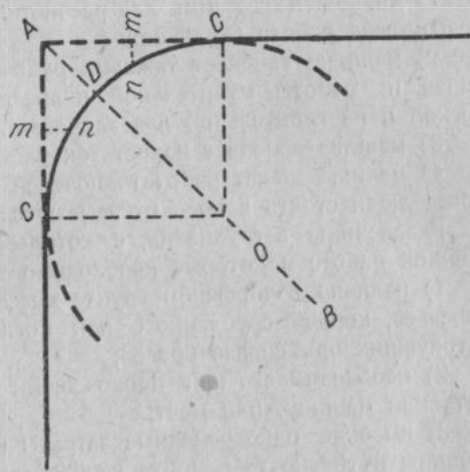


Рис. 137.

на линии AB , равноделящей угол, расстояние от которой до линии канала равно требуемому радиусу OC , например 60 м; проводят радиус и вычерчивают циркулем дугу CDC — линию канала. Затем откладывают циркулем от вершины A в обе стороны одинаковое расстояние Am , например 30 м, измеряют по масштабу расстояния mn от точек m до вписанной дуги. После этого легко перенести точки C, n, D, n, C дуги с чертежа на местность.

Для разбивки кривых линий имеются специальные таблицы (например табл. Кренке), в которых по радиусам закруглений и по величине угла A даются сразу величины mn . Но вышеописанное построение на бумаге и измерения циркулем яснее для всякого и лучше гарантируют от ошибок.

При восстановлении пикетажа по существующему руслу ручья или по канаве оказывается необходимым произвести вторичное измерение существующих глубин и ширин. По этим окончательным измерениям составляется ведомость существующих размеров, удостоверяемая подписями создаваемой для того комиссии или уполномоченными лицами; эта подписанная ведомость существовавших до производства работ размеров русла или канавы вместе с засвидетельствованной таким же образом ведомостью размеров после производства земляных работ являются формальными документами, необходимыми для обоснования объема произведенных работ.

Деревья на полосе под каналом должны быть удалены с корнями, т. е. выкорчеваны, а на полосе под берму и под кавальеры должны быть спилены в уровень с поверхностью земли. На торфяном болотном грунте деревья держатся слабо, и корчевание их производится повалом: тянут за закинутый на дерево канат и этим, производя одновременно подрубку корней, выворачивают дерево вместе с корнями.

РАБОТА РУЧНЫМ СПОСОБОМ

Полный комплекс работ ручным способом по осушению земельной площади складывается из: 1) очистки низовой части русла существующей реки — водоприемника, 2) регулирования русла реки путем углубления, уширения или спрямления его, 3) прорытия магистральных каналов по целинному грунту, 4) прорытия боковых осушительных канав.

РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕК

Очистка русла. Работа по очистке существующего русла состоит в извлечении растущих со дна его водных растений, в удалении посторонних предметов: камней, пней, затонувших бревен, колев, хвороста, сена, кочек, а также в удалении земли с отдельных перемелов и в оправлении местами подмытых берегов. **Водная растительность** удаляется подкашиванием ее у дна обыкновенной косой с лодки или стоя в воде; при наличии донных растительных кочек, производится выдергивание их помощью „кошки“ — загнутыми под прямым углом прочными вилами, насаженными на длинную рукоять-шест (рис. 138); двое-трое рабочих с берега закидывают кошку в реку, удерживая конец шеста на берегу; кошка вонзается в заросшее дно и при вытягивании рабочими тащит с собой пук водных растений вместе с корнями, камень, кол, сено.

Затонувшие бревна извлекаются канатами и цепями, подводимыми под бревно руками или вилкою (рис. 139). В курсах водных путей сообщения рекомендуется еще ввертывание в затонувшее бревно железного стержня с винтовой нарезкой на одном конце и с проушиной в другом конце (рис. 140). „Посредством рычага, заложенного в проушину, стержень ввинчивается в корчу, и таким образом подъемная цепь, соединенная с кольцевым утолщением, прикрепляется к корче“*.

Этими работами понижается уровень воды в низовой части реки иногда заметно на-глаз.

Растущие на самом краю берега деревья должны быть удалены; так же необходимо поступить с нависшими берегами, могущими обвалиться в воду.



Рис. 138.



Рис. 139.

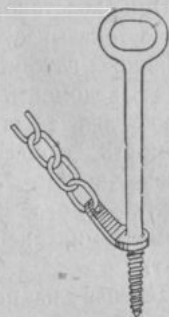


Рис. 140.

Извлечение мелких камней со дна реки производится граблями и кошками — согнутыми вилами. Крупные камни, торчащие из воды, могут быть удалены вручную лишь после раздробления их. Простейший прием раздробления камней состоит в следующем. Помощью молотка и железного долота (чекана) со стальным наконечником в камне пробивается круглая скважина глубиной до 30 см, диам. 2—2½ см. Долотом служит круглый стержень 22 мм толщины с наваренным стальным наконечником, изготовляемый кузнецом; пробивка скважины производится одним рабочим ударом молотка по стержню (чекану) с постепенным поворачиванием его. Накопляющаяся в скважине каменная мука выносится из нее водой, которая все время наливается и выплескивается при ударах. В готовую скважину плотно закладывается пороховой патрон в виде самодельного картонного цилиндра, наполненного 80—100 г обыкновенного охотничьего пороха; в порох вставляется нижний конец тонкой трубочки, свернутой из бумаги и заполненной также порохом; верхний конец этой пороховой трубочки выходит на поверхность камня. После того скважина над порохом забивается толченым кирпичом с возможным уплотнением помощью железного стержня; охотничий порох от удара не взрывается; чем сильнее уплотнена кирпичная засыпка, тем сильнее будет сила взрыва. Верх пороховой трубочки обкладывается жгутом пакли; конец жгута поджигается, и, пока он горит, имеется достаточно времени, чтобы отойти на нужное расстояние. На камень идет три патрона. Иногда горение пакли идет так медленно, что может показаться, что огонь погас; неосторожное приближение к камню в таком

* Акулов, Бриллиг и Марцелли, Курс внутренних водных сообщений, 1927 г.

случае поведет к несчастью. После разрыва камня стоит еще большего труда удалить из русла реки отдельные, иногда большие, куски его.

Складывать извлеченные предметы следует возможно дальше от русла, за кустарниками и деревьями; в противном случае эти предметы большой водой снесутся обратно. Вообще успешность очистки русла реки зависит от опытности землекопов и рабочих; желательно достигнуть, чтобы движение воды в расчищенном русле было заметно на-глаз и по возможности равномерно по всему протяжению.

Углубление русла. Работы по руслу реки при ручном труде требуют предварительного задержания воды в нем выше места производства работы помощью устройства поперечных перемычек (загаток).

При прохождении русла в плотном торфе или в минеральном грунте с устойчивыми берегами обычным типом перемычки является земляная стенка между двумя рядами кольев (рис. 141). Поперек русла забиваются

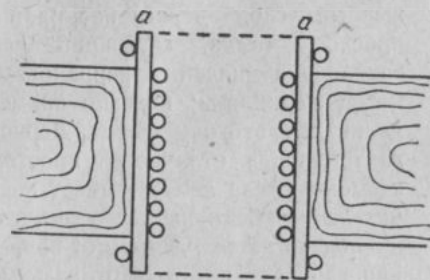


Рис. 141а.

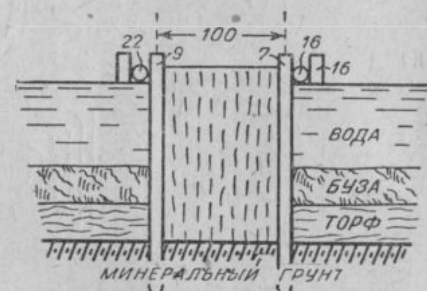


Рис. 141б.

два сплошных ряда кольев в расстоянии 1,0—1,5 м ряд от ряда; между кольями набивается с плотной утрамбовкой торф или иной грунт. Чтобы ряды кольев при набивке грунта между ними не расходились, к ним с внешней стороны прижимаются положенные поперек русла два бревна (а,а), хорошо закрепленные в концах свайками. Если русло реки широко и длина бревна недостаточна для перекидки с берега на берег, то бревна а подпираются подкосинами со дна реки. Устройство такой солидной перемычки уместно в тех случаях, когда она может оставаться на месте в продолжение нескольких дней. Спуск воды во время перерывов в работе производится прорытием обводной канавы, быстро засыпаемой перед началом работ. Следует впрочем стараться находить такие места для перемычки, чтобы накопляющаяся в русле речки вода шла в обход места производства земляных работ не по проложенной канавке, а по естественной ложбине.

Описанный тип прочной перемычки может быть различно вариирован. Колья могут забиваться не сплошным рядом, а с промежутками между собой, и оплетаться хворостом, — получаются два плетня вместо двух сплошных стенок кольев. При наличии досок за забитые с промежутками колья могут закладываться доски.

На глубоком торфу, на речках с илистым жидким дном вышеописанная перемычка на кольях будет пропускать много воды, просачивающейся под перемычкой, а при сильном напоре вода может образовать под перемычкой

Затонувшие бревна извлекаются канатами и цепями, подводимыми под бревно руками или вилкою (рис. 139). В курсах водных путей сообщения рекомендуется еще ввертывание в затонувшее бревно железного стержня с винтовой нарезкой на одном конце и с проушиной в другом конце (рис. 140). „Посредством рычага, заложенного в проушину, стержень ввинчивается в корчу, и таким образом подъемная цепь, соединенная с кольцевым утолщением, прикрепляется к корче“ *.

Этими работами понижается уровень воды в низовой части реки иногда заметно на-глаз.

Растущие на самом краю берега деревья должны быть удалены; так же необходимо поступить с нависшими берегами, могущими обвалиться в воду.



Рис. 138.



Рис. 139.



Рис. 140.

Извлечение мелких камней со дна реки производится граблями и кошками — согнутыми вилами. Крупные камни, торчащие из воды, могут быть удалены вручную лишь после раздробления их. Простейший прием раздробления камней состоит в следующем. Помощью молотка и железного долота (чекана) со стальным наконечником в камне пробивается круглая скважина глубиной до 30 см, диам. 2—2½ см. Долотом служит круглый стержень 22 мм толщины с наваренным стальным наконечником, изготовляемый кузнецом; пробивка скважины производится одним рабочим ударом молотка по стержню (чекану) с постепенным поворачиванием его. Накопляющаяся в скважине каменная мука выносится из нее водой, которая все время наливается и выплескивается при ударах. В готовую скважину плотно закладывается пороховой патрон в виде самодельного картонного цилиндра, наполненного 80—100 г обыкновенного охотничьего пороха; в порох вставляется нижний конец тонкой трубочки, свернутой из бумаги и заполненной также порохом; верхний конец этой пороховой трубочки выходит на поверхность камня. После того скважина над порохом забивается толченым кирпичом с возможным уплотнением помощью железного стержня; охотничий порох от удара не взрывается; чем сильнее уплотнена кирпичная засыпка, тем сильнее будет сила взрыва. Верх пороховой трубочки закладывается жгутом пакли; конец жгута поджигается, и, пока он горит, имеется достаточно времени, чтобы отойти на нужное расстояние. На камень идет три патрона. Иногда горение пакли идет так медленно, что может показаться, что огонь погас; неосторожное приближение к камню в таком

* Акулов, Бриллиг и Марцелли, Курс внутренних водных сообщений, 1927 г.

случае поведет к несчастью. После разрыва камня стоит еще большего труда удалить из русла реки отдельные, иногда большие, куски его.

Складывать извлеченные предметы следует возможно дальше от русла, за кустарниками и деревьями; в противном случае эти предметы большой водой снесутся обратно. Вообще успешность очистки русла реки зависит от опытности землекопов и рабочих; желательно достигнуть, чтобы движение воды в расчищенном русле было заметно на-глаз и по возможности равномерно по всему протяжению.

Углубление русла. Работы по руслу реки при ручном труде требуют предварительного задержания воды в нем выше места производства работы помощью устройства поперечных перемычек (загаток).

При прохождении русла в плотном торфе или в минеральном грунте с устойчивыми берегами обычным типом перемычки является земляная стенка между двумя рядами кольев (рис. 141). Поперек русла забиваются

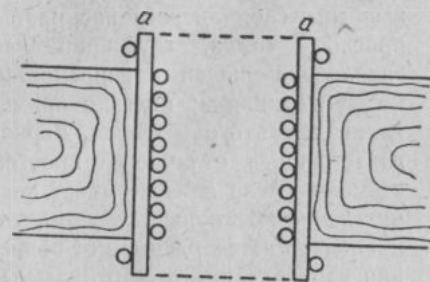


Рис. 141а.

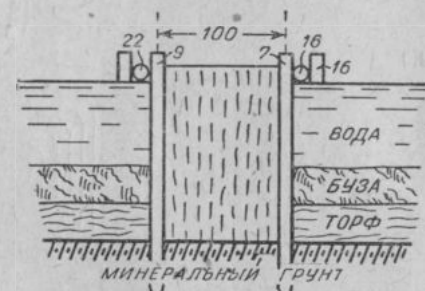


Рис. 141б.

два сплошных ряда кольев в расстоянии 1,0—1,5 м ряд от ряда; между кольями набивается с плотной утрамбовкой торф или иной грунт. Чтобы ряды кольев при набивке грунта между ними не расходились, к ним с внешней стороны прижимаются положенные поперек русла два бревна (а,а), хорошо закрепленные в концах сваями. Если русло реки широко и длина бревна недостаточна для перекидки с берега на берег, то бревна а подпираются подкосинами со дна реки. Устройство такой солидной перемычки уместно в тех случаях, когда она может оставаться на месте в продолжение нескольких дней. Спуск воды во время перерывов в работе производится прорытием обводной канавы, быстро засыпаемой перед началом работ. Следует впрочем стараться находить такие места для перемычки, чтобы накапливающаяся в русле речки вода шла в обход места производства земляных работ не по проложенной канавке, а по естественной ложбине.

Описанный тип прочной перемычки может быть различно вариирован. Колья могут забиваться не сплошным рядом, а с промежутками между собой, и оплетаться хворостом, — получаются два плетня вместо двух сплошных стенок кольев. При наличии досок за забитые с промежутками колья могут закладываться доски.

На глубоком торфу, на речках с илистым жидким дном вышеописанная перемычка на кольях будет пропускать много воды, просачивающейся под перемычкой, а при сильном напоре вода может образовать под перемычкой

промоины и забить струями. Поэтому при таких условиях оказывается необходимым устраивать перемычку из вертикально забиваемых в грунт пластин, образующих сплошную, глубоко входящую в грунт, досчатую стенку (рис. 142). Верхний конец стенки защемляется между двумя закрепленными

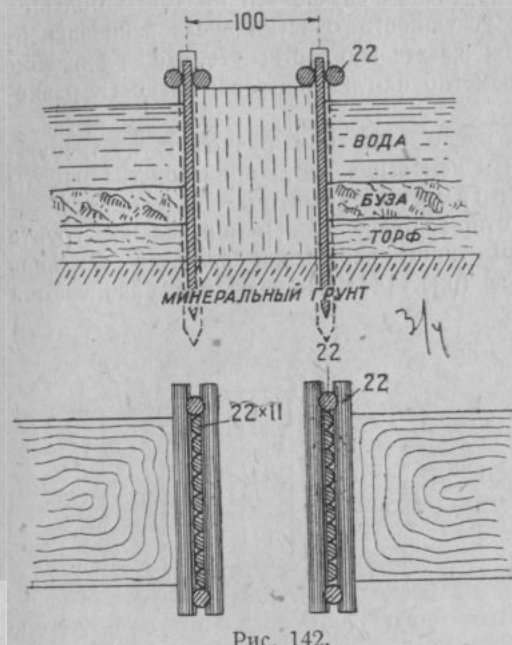


Рис. 142.

поперек русла бревнами. Две таких стенки с забивкой земли между ними создают прочную и трудно разбираемую перемычку. На плотном торфяном и глинистом грунте возможно устройство перемычки из дерна (рис. 143). Дерновая перемычка делается из отдельных кусков растительного дерна, укладываемых послойно, начиная с расчищенного в этом месте дна русла; на каждый уложенный слой дерна насыпается прослойка песка, служащий для заполнения щелей и неровностей между дернинами; полезно применение для этого и глины. Дерновая стенка, в отличие от простой засыпки русла землей, имеет значительное преимущество в том, что не подвергается размыву от волнения, может иметь вертикальные стенки и при разборке меньше заносит нижележащее русло, так как дернины компактны и далеко по течению не относятся. Дерновая перемычка не подходяща на глубоком песчаном дне при сильном напоре воды; в таких условиях вода под напором начинает сильно просачиваться через песчаное дно и может образовать промоину. При большой воде устройство дерновой перемычки ведется одновременно с обоих берегов речки с оставлением в середине речки прохода для воды; когда от берегов перемычка доведена до полной ширины и высоты, через оставленный посередине пролет закрепляют бревно 30 см диаметром, к которому приставляется тесный ряд наклонных кольев (диаметром 9 см), обращенных нижними концами вперед по реке; после того и эта часть перемычки заделывается укладкой дерна или засыпкой грунта, предохраняемого кольями от сноса.

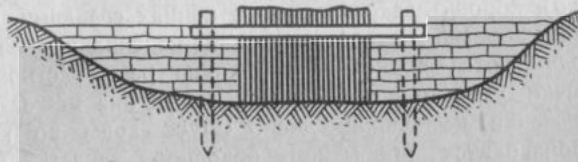


Рис. 143.

Лучшей перемычкой является перемычка брезентовая (рис. 144).

Для устройства брезентовой перемычки через канаву перекидывается перекладина — бревно 18—22 см толщиной; по обе стороны канавы вбиваются с низовой стороны перекладины по одному столбику для удержания перекладины от сдвига напором воды.

Затем с верховой стороны к перекладине приставляются наклонно кольца во всю ширину канавы с промежутками между собою до 9 см; нижние концы колеьев слегка вбиваются в дно и откосы канавы, верхние концы возвышаются на 0,35 м над перекладиной. На кольца накладывается брезент, нижний конец которого затаптывают к концам колеьев в дно канавы; если же дно твердое, то нижний конец брезента закладывается землей. Верхний край брезента поднимается несколько выше перекладины помощью каната, продетого через кольца брезента; канат прикрепляется к столбикам, удерживающим перекладину от сдвига. Такая перемычка имеет большое преимущество перед земляною тем, что не засоряет канавы землей при разборке и выдерживает напор воды.

Установленная на речке перемычка вровень с берегами задерживает течение воды и этим дает возможность производить углубление русла речки ниже по течению. Но лишь в редких случаях описанные перемычки могут задерживать воду в течение суток; обычно же переполнение реки происходит ранее, а потому необходим спуск накопившейся воды по обводной канаве, вызывающий перерыв в производстве земляных работ.

Кроме основной перемычки одного из вышеописанных типов, устраиваемой на много дней в расстоянии 1—3 км от места земляных работ, по регулируемой реке ниже основных устраиваются облегченные вспомогательные перемычки, задерживающие воду, постепенно набирающуюся в русло реки ниже основной перемычки, и перемещаемые изо дня в день по мере хода земляных работ по руслу реки.

При подходе земляных работ к основной перемычке приходится спустить всю накопленную воду за одну ночь, чтобы утром не произошло задержки в работах. Как раз к этому же времени необходимо устроить выше по реке новую основную перемычку; ее следует делать выше подпорной воды существующей перемычки; практика указывает, что пересыпка русла реки в глубокой воде, в сфере подпора ниже находящейся перемычки, ненадежна; при разборке нижележащей перемычки и спуске подпорной воды насыпанная в воде новая перемычка легко сносится напором скопившейся воды. При насыпке земли, особенно торфа, в воду невозможно уплотнение ее, и потому при образовании разности горизонтов воды ниже и выше новой перемычки вода прорывает ходы в насыпанной разжиженной части и сносит всю насыпку*.

* О перемычках многие практические сведения сообщены нам производителями работ в Оршанском округе БССР А. Санковским и Б. Лисицким.

Затем с верховой стороны к перекладине приставляются наклонно кольца во всю ширину канавы с промежутками между собою до 9 см; нижние концы колеьев слегка вбиваются в дно и откосы канавы, верхние концы возвышаются на 0,35 м над перекладиной. На кольца накладывается брезент, нижний конец которого затаптывают к концам колеьев в дно канавы; если же дно твердое, то нижний конец брезента закладывается землей. Верхний край брезента поднимается несколько выше перекладины помощью каната, продетого через кольца брезента; канат прикрепляется к столбикам, удерживающим перекладину от сдвига. Такая перемычка имеет большое преимущество перед земляною тем, что не засоряет канавы землей при разборке и выдерживает напор воды.

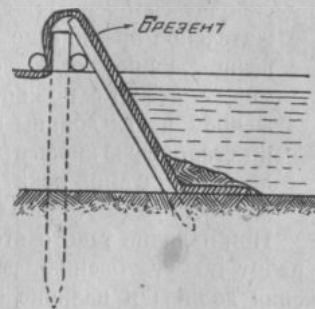


Рис. 144а.

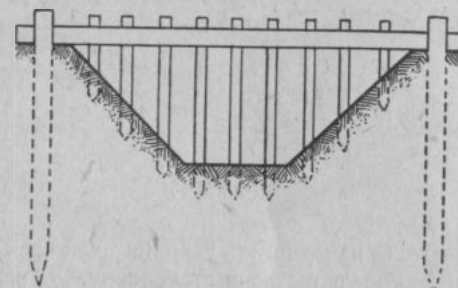


Рис. 144б.

Проходящая по руслу вода очень затрудняет работу. Очень важно выбрать для основной перемычки надлежащее место, обеспечивающее лучший отвод воды. В долине реки имеются понижения, идущие иногда на большом протяжении вдоль реки близ одного из берегов долины; очень

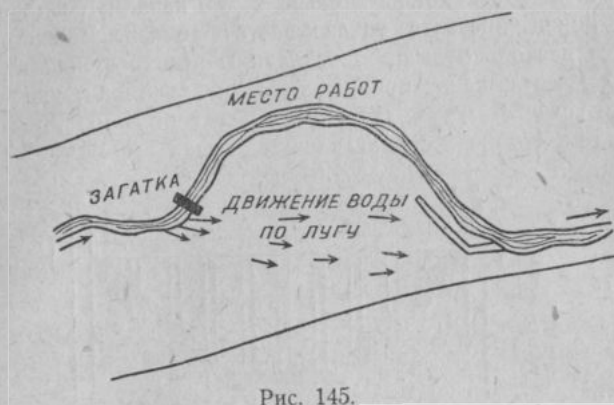


Рис. 145.

удобно основную перемычку расположить так, чтобы воду из реки направить по вспомогательной канаве в такую пониженную часть долины, в которой вода могла бы скопиться очень продолжительное время. Еще конечно лучше, если вода может стекать по пониженной части долины или по староречью вновь в русло регулируемой реки ниже места работ (рис. 145).

При наличии такого стока

создаются наилучшие условия для земляных работ по углублению реки. Если такие естественные условия, т. е. понижения долины и наличие старых русел, слабо выражены, то иногда возможно бывает все же направить воду из реки по лугу, устроив продольную вдоль русла реки перемычку в виде земляного вала. Этот вал может насыпаться из земли, отрезаемой с откосов подлежащей уширению реки, или из специально прорываемой для того продольной канавы.

Пуск воды в другую реку. В некоторых случаях удается воду из регулируемой реки направить временно в другую реку; это возможно на водораздельных болотах, когда из одного болотного массива вытекают в разные стороны две речки, или когда две речки в своем параллельном течении не имеют резко выраженного водораздела; первый случай очень хорошо был выражен и использован в 1925 году при работах по р. Усвиж-Бугу Оршанского округа (рис. 146); примером второго случая служат работы по Найдо-Белевскому каналу в Мозырском округе, во время которых вода из канала направлялась в Припять по речке Утвохе.



Рис. 146.

Самая работа по углублению освобожденного от воды русла реки производится, вообще говоря, теми же приемами, что и прорытие новых каналов. Если существующее русло реки уже проектированного канала, то производится соответствующая срезка берегов, и вынимаемая со дна и с берегов земля отбрасывается на расстояние не менее одного метра от края канала. Если же существующее русло реки шире проектированного канала (рис. 147), то возникают затруднения

с отброской земли. Приходится перемещать вынимаемую землю на тачках по катальным доскам за пределы существующего широкого русла или же в русле устраивать плетень и за него забрасывать землю; иногда вынимаемый грунт просто бросают на лишнюю часть существующего русла, выравнивая неровности его или образуя искусственный, насыпной откос канала в пределах более широкого русла; этот последний прием следует считать неправильным, так как илистый, торфяной и особенно песчаный грунты легко сползают вниз и снова заполняют собой произведенное углубление дна реки.

На реке в узкой долине с большим расходом воды и на реке с топким дном устройство надежных перемычек *бывает* иногда *невозможным*; вода быстро начинает идти через перемычку или, обходя ее, сразу поступает опять в свое русло или промывает себе ход под перемычкой. В таких трудных случаях приходится вести углубление русла реки в воде способом „повторных действий“. Первоначально снизу, идя по дну глубоко в воде или держась на лодках, очищают русло от травы, корчей и отдельных наносов; такой первый проход по реке несколько понизит уровень воды в ней. Затем работу начинают снова

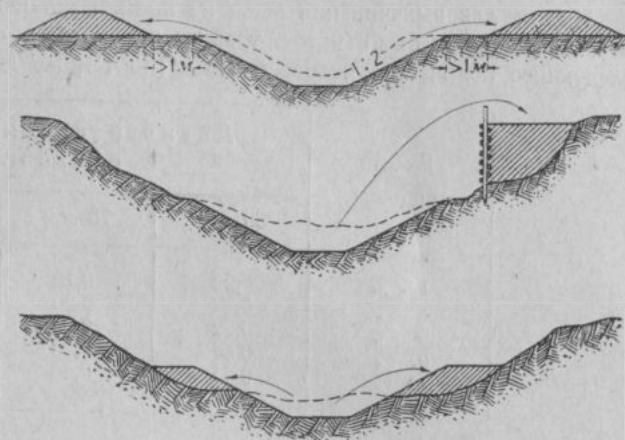


Рис. 147.

опять снизу, где уровень воды к этому времени от первоначальной расчистки уже спал, и местами обнажились перекаты. Пройдя таким образом по реке работой три раза, достигают обычно значительных результатов.

Спрявление рек. Копку спрявления начинают от нижнего конца его, отступая метров на пять от русла реки, чтобы иметь естественную перемычку от воды снизу, ведут работу вверх, оставив и там естественную перемычку от верхней воды (рис. 148). Выемка в сухом минеральном грунте ведется при таких условиях без затруднений обычными приемами земляных работ в выкидку со вторичной перекидкой или с отвозкой земли тачками (что будет изложено далее).

На некоторой глубине выемки появляется вода, которая начинает мешать работе; воду удаляют из выемки чаще всего обыкновенным ведром, привязывая его к веревке.

Производительность одного человека при вычерпывании воды ведром на веревке зависит от высоты подъема; нормами Госплана * она определяется следующими цифрами:

* Временный справочник для составления производственных смет на земляные работы, 1927 г.

15 Дубах А. и Спарро Р. Осушение болот.

Высота подъема в метрах	На один куб. метр воды требуется человеко-часов
1	0,41
2	0,55
3	0,73
4	0,89
5	1,04

Иногда для выкачивания воды из выемки устанавливаются диафрагмовые насосы. Диафрагмовый насос требует на подъем одного куб. метра воды следующее количество человеко-часов (по тем же данным Госплана):

Высота подъема	Диаметр всасывания рукава		
	50 мм	75 мм	100 мм
1,5 м	0,22	0,10	0,12
3 "	0,22	0,20	0,18
4 "	0,22	0,20	0,24
5 "	0,44	0,30	
7 "	0,44	0,40	

Две вышеприведенные таблички указывают, что работа человека на диафрагмовом насосе в два раза производительнее, чем простое вычерпывание ведром. Но если учесть стоимость приобретения, доставки, установок и передвижек насоса по болоту, то более практичным обычно оказывается простое ведро.

Работу по спрямлению в торфяном низменном месте при большом притоке грунтовой воды производят в два приема. Сначала роют без затруднений спрямляющий канал на глубину до уровня грунтовой воды с оставлением в верхнем конце естественной перемычки. Вода из вырытого котлована будет стекать частично в русло реки. Через некоторое время уровень воды в выемке и уровень грунтовой воды в его районе спадет, и является возможность произвести дальнейшее углубление спрямляющего канала. Доведение его до полной глубины производится с водоотливом приемами, которые будут указаны при описании прорытия магистрального канала.

При регулировании реки приходится обычно производить не только спрямления отдельных дуг существующего русла, но и *пересекать* существующее русло новым более глубоким каналом (рис. 149). В этих случаях необходимо в местах пересечения делать перемычки, задерживающие поступление воды из русла реки в прорываемый канал (рис. 149). Примером удачного исполнения работ в таких условиях является спрямление нижней части р. Черной Калитвы, притока Дона, в бывш. Воронежской губ. с 1925—1927 гг., исполненное П. Дмитриевым. Река имеет водосборную площадь 550 000 га, несет много воды; продольный уклон всего лишь в 0,0001; поэтому русло переполнено водой; река проходит по наносному грунту

в широкой долине; весенняя вода, заходящая из Дона, покрывает всю долину. Русло реки и исполненные спрямления схематически показаны на чертеже. Прорытие 1-го спрямления длиной в 450 м произведено без затруднений,



Рис. 149.

вода шла по существующему руслу. Прорытие 2-го спрямления длиной 2 400 м, шириной по дну 8 м, глубиной 2,5 м требовало хорошей защиты от речной воды и удаления из выемки просачивавшейся в нее в большом количестве воды через грунт. Для преграждения поступления в прорываемый канал речной воды на реке была устроена перемычка длиной 65 м, шириной поверху 2,2 м из наносного грунта долины с обкладкой его дерном. Вода из реки была направлена по луговой поверхности долины, имеющей весьма небольшое в 0,1—0,2 м понижение; для облегчения поступления этих вод снова в русло реки ниже места производства работ была прорыта небольшая ловчая канава; для преграждения поступления воды с луга в прорываемую спрямляющую магистраль служил высокий вал вынудой из магистрали земли при прорытии ее в предшествующем году на глубину до уровня грунтовой воды, равную половине проектной глубины. При таком направлении речной воды по луговой существующее русло реки по ABC (рис. 149) также освободилось от воды, и в него свободно стекала набравшаяся в канал при рытье его грунтовая вода (рис. 150). Перемычка, насыпанная из наносного черноземного грунта, держала воду плохо, в канал шла сильная фильтрация воды через стенки его с луга.

Плетневые перемычки в местах пересечения реки со спрямляющим каналом в отличие от описанных ранее перемычек по углубляемому руслу реки, остаются на месте и после окончания работ, изолируя старое русло от нового канала. При пересечении новым каналом широкого старого русла

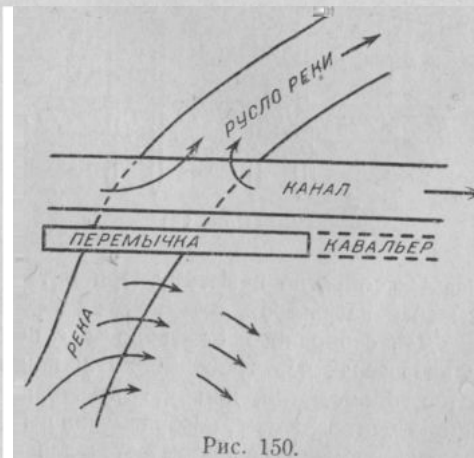


Рис. 150.

с глубокой бузой выемка этой бузы может производиться лишь после изоляции проектного размера канала с обеих его сторон от староречья. При широком староречье еще зимой вбиваются в донный жидкий грунт с обеих сторон проектного канала по два ряда крупных кольев-свай в расстоянии кол от кола на 1 м (рис. 151). Между рядами таких свай укладываются

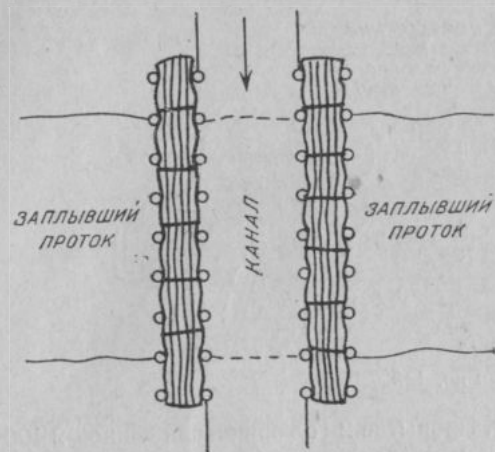


Рис. 151.

одна на другую хворостяные фашины, погружаемые в топкий грунт тяжестью людей. Погруженные фашины образуют стенку, изолирующую канал от притока бузы.

Вынимаемая из канала земля складывается по обе стороны в валы, называемые кавальерами, основание которых должно быть от края выемки на расстоянии не менее одного метра или лучше на расстоянии, равном глубине прорезываемого спрямления; вал насыпанной земли в обращенной к каналу стороне должен иметь откос не круче ординарного.

Получающаяся между краем выемки и кавальером очищенная от земли полоса называется бермой. Берма необходима для уменьшения давления вынудой земли на стенки канала, что увеличивает устойчивость откоса канала; затем необходимость ее очевидна и для того, чтобы вынутая из канала земля не смывалась бы и не сваливалась бы обратно в выемку.

При интенсивных осушениях производят разбрасывание кавальера. Для свободного стока воды с поверхности луга в спрямляющий канал в кавальерах через каждые 20 м при выброске земли из выемки оставляются промежутки, или же в набросанных сначала сплошных кавальерах производится затем разбрасывание земли. На очищенном от земли между валами промежутке прорывается для облегчения стока воды в реку сточная канавка — *воронка*. Воронки имеют длину от бровки канавы до задней границы земляного вала, глубину 0,6 м у канавы и 1 м у заднего края земляного вала; ширину по дну 0,3 м, откос ординарный. По сторонам воронки должна быть своя берма.

ПРОРЫТИЕ МАГИСТРАЛЕЙ

Возобновление трассы канала и разбивка закруглений производятся таким же образом, как и при работе по спрямлению рек. После того на травяном болоте скашивается трава на полосе под канал и кавальеры, а в лесных зарослях производится удаление леса.

Прорытие от расчищенного водоприемника новых каналов по цельному торфяному болоту легко в сухое время и требует особых приемов в мокрое время. После выкорчевки леса на полосе под канал и вырубке леса на полосах под берму и кавальеры земляная работа начинается с рытья по оси канала узкой канавки (рис. 152), называемой траншеей или осевым кюветом, для стока верхней воды; глубина и ширина кювета делаются в зависимости от количества воды; обычно первоначальная ширина кювета в очень топких местах делается в две лопаты, глубина — в один «штык» (35—45 см) или более; желательнее вести работу так, чтобы кювет заготавливался вперед за один-два и более дней. За это время стечет верхняя вода, осядет торф

в забучих местах. После этого можно расставить землекопов сразу на всем протяжении кювета по обеим его сторонам, т. е. произвольное количество их, если

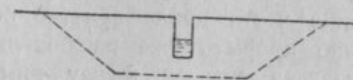


Рис. 152.



Рис. 153.

кювета достаточно заготовлено, и глубина его доходит до половины глубины канавы. При этом каждым двум или четырем землекопам отводится определенный участок канавы с известным объемом выемки, посильным к исполнению за 1—2 дня. Работа производится уступами от оси канала к бровкам, наблюдая, чтобы не было перебора на местах откосов.

При большом числе рабочих работа ведется таким образом, что, в то время как нижняя партия доводит канал уже до полной глубины его, средняя партия доходит только до половинной глубины, а верхняя партия продолжает кювет.

Земля выбрасывается по обе стороны канавы на расстояние не менее одного метра, при этом окончательную откидку земли на указанное расстояние производят после прорытия канавы вместе с рытьем



Рис. 154.

воронок (бурчаков) для стока воды с отделкою канавы начисто. При узком канале, а также при ожидаемом с одной из сторон канала притоке поверхностной или грунтовой воды в канал, траншея роется не по середине канала, а отступая к тому из берегов его, откуда происходит поступление воды с болота (рис. 153).

При большой воде выемка земли производится вдоль кювета «шахтами» (черт. 154). Каждой паре землекопов отводится с одной стороны осевого кювета участок в дневной урок; при углублении каждого участка оставляется вокруг него невыбранная стенка, отделяющая его от соседних участков и от осевого кювета и тем защищающая выемку от притока воды с соседних участков и из кювета. Просачивающаяся в шахту вода выливается в осевой кювет ведрами. По кювету вода идет в реку. Шахты делаются, если то возможно, сразу на полную глубину канавы, после чего срезаются оставшиеся стенки — естественные перемычки между шахтами, и

канал готов. В этом случае по линии канала при полном ходе работ можно видеть следующие основные стадии работы сверху вниз по каналу: 1) прорытие осевого кювета, опережающее на 2 дня последующую работу, 2) выемка грунта шахтами, 3) срезывание и выкидка перемычек между шахтами и выравнивание дна, 4) откидывание вынутого из канала грунта от края канала на расстояние не менее 1 м, 5) выравнивание откоса.

Если глубина канала велика, воды много, уклон малый, и потому взять шахту сразу на полную глубину невозможно, то работа делается в два яруса. Сначала роется канал шахтами на $\frac{3}{4}$ глубины его, а затем проходят вторично кюветом и шахтами на полную глубину.

При малой воде применяется еще способ рытья канала палками с делением их на „ящики“, „колодцы“ без предварительного прорытия траншей. „Паяк“ — дневная выработка одного или группы рабочих — разбивается на 4 ящика (рис. 155) и роется по частям*. Первый ящик можно прорыть на глубину в два штыка, после чего соседние части паяка заметно осушатся; поэтому смежный второй ящик можно прорыть уже на большую глубину, оставляя сначала между ним и первым ящиком невыбранную земляную стенку. Прокопав затем стенку, спускают воду из первого во второй, более глубокий ящик; после этого возможно взять на большую глубину первый ящик и т. д. Имея четыре ящика или всего два ящика на дневном паяке, возможно провести работу на полную проектную глубину ка-

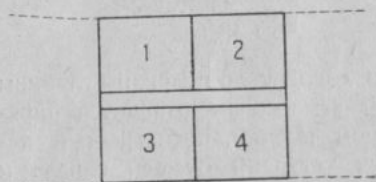


Рис. 155.

нала; часть скопляющейся воды выбрасывается из ящиков лопатой вместе с выкидываемой землей.

В случае наступления *летнего паводка*, выхода воды в реку из берегов и затопления поверхности болота работа затрудняется, и, если есть возможность землекопов временно распустить, то лучше работу прекратить. Если же партия землекопов не может оставаться без работы, то при неглубоком затоплении поверхности болота работу можно вести, ограждая место выемки земляными стенками-валиками и отливая воду за стенки по мере углубления выемки.

В долине реки Тясьмин, в Шевченковском округе, в условиях затопления торфяника водою торф под водою разрезался продольной пилой на куски, которые при помощи вил вынимались из воды; работа дала удовлетворительные результаты.

Особенно трудна работа в плавучих грунтах: торфяном или в песке-пльвуне. Жидкий торфяной ил не держится в откосах, сплывает на дно. При широком же канале, вследствие сильной осадки всего топкого болота, дно канала в илистом грунте сильно „пучит“; работу приходится производить на одном месте три раза, каждый раз доводя канал до полной проектной глубины; песок-пльвун вместе с водою заполняет производимую выемку.

Облегчить работу в таких условиях иногда невозможно. Общей для всех случаев мерой является обязательная откидка вынимаемого из канала грунта на дальнейшее расстояние, а не оставление его в валах на краю канала.

Такою же общей мерой является вырытие канала сначала на неполную глубину, насколько то возможно без оплыва откосов и выпучивания дна;

* Описано по сообщению М. Нечаева.

через некоторое время торф и ил уплотняются, а песок после стока воды приобретает связность; выждав это время, становится возможным углубить дно канавы до проектного положения иногда без специальных креплений.

При значительном выпучивании грунта с широкого дна вновь прорываемого канала полезно рыть сначала возможно узкую канаву; при узком дне произойдет осадка торфа без выпучивания, и вся масса торфа хорошо уплотнится; после уплотнения прорытие дна до полной ширины уже не вызовет сильного выпучивания.

При рытье в жидком грунте землекопы подкладывают себе под ноги доски.

Прорытие канав в малосвязном жидком торфе успешно осуществляется на осушительно-колониционных работах Мурманской железной дороги помощью забивки наклонных кольев.

Вдоль проектной бровки канавы, отступя на 30 см в сторону от будущей канавы, кладется толстая опорная жердь или бревно. За этой жердью забиваются в направлении к канаве сосновые колья, длиной до 2 м, диам. 5—7 см (рис. 156).

Эти колья, приблизительно параллельные будущему откосу канавы и забитые в расстоянии 10—30 см друг от друга, задерживают наплыв торфа с боков при прорытии канавы. Чтобы опорная жердь и колья не поддались напору торфяного грунта, забиваются удерживающие свайки и наклонные крючья. Реже приходится делать между свайками распорки. Укладывая вдоль канавы две жерди, землекопы получают опору для ног.

От наплыва мелкого песка оградиться очень трудно; забивка кольев и за них досок является как будто единственной мерой, дающей возможность провести канаву по песку-пльвуну.

Специфический способ защиты от наплыва мелкого песка с водою во время прорытия каналов предложен А. Брудастовым*, дающий возможность постепенной по мере углубления работ вставки досок в наклонные прорезы в забитых вдоль подножия откосов свайках; создается стенка по типу ставень „жалюзи“, предохраняющая канал от поступления песка и дающая возможность воде беспрепятственно поступать в канал (рис. 157)*.

При рытье канавы, по мере продвижения вверх, в нижней части ее собираются приносимые с водою сверху ил, песок, мелкий торф, растения и т. п. Эту мелочь необходимо выгребать совками и черпаками, идя по канаве сверху вниз. Для задержания наносов в определенном месте возможно устраивать искусственное временное заграждение установкой на прорытой канаве деревянных щитов, хворостяного плетня и т. п.

Вследствие большой осадки торфа глубина свежей канавы в течение месяца значительно уменьшается; уменьшается и ширина по верху и по дну,

* Описано по сообщению М. Нечаева.

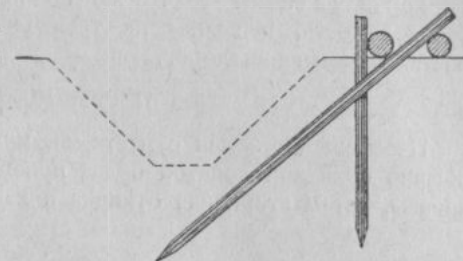


Рис. 156.

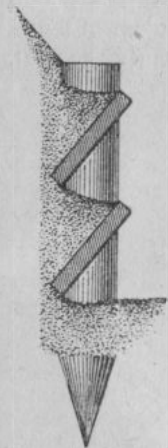


Рис. 157.

так как торфяная масса вследствие нарушенного равновесия понемногу сползает в канаву.

По этим причинам при рытье необходимо глубину и ширину канавы в торфяном грунте брать на 15% более проектной. При соблюдении этого условия к моменту освидетельствования работ, примерно через 1—2 месяца после окончания их, глубина канав окажется соответствующей проекту. В отдельных случаях происходит и большая осадка. Для сохранения канав от порчи надлежит тотчас же по прорытии их устраивать, где является необходимость, переходы из трех рядом положенных жердей и мосты в местах пересечения дорог.

ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ЗЕМЛИ

Перемещение земли с места выемки из канала в кавальер производится обычно откидкой лопатой в два приема: непосредственно из выемки на край канавы, затем вторичная откидка в кавальер. За один прием отброска земли

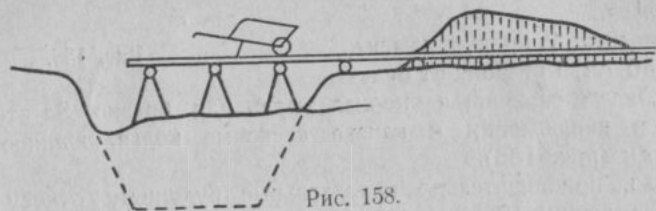


Рис. 158.

производится землекопом на расстояние до 3 м. При ширине канала поверху свыше 10 м становится выгоднее перемещение грунта из выемки сразу на место кавальера тачками. Тачки движутся по катальным доскам,

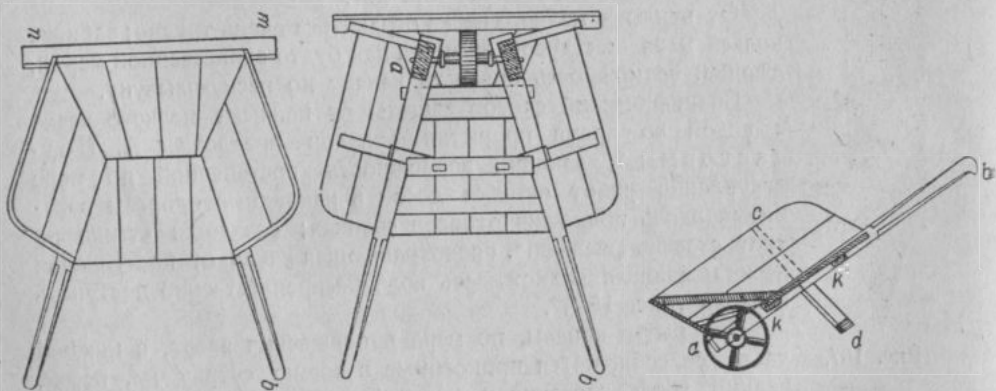


Рис. 159 а, б и в.

укладываемым поперек канала на деревянные козлы или на оставляемые поперек канала земляные стенки (рис. 158).

Тачки* являются самым простым приспособлением для возки земли и обыкновенно изготовляются на месте работ самими землекопами. Конструкция тачки

* Описание тачки и чертеж ее из книги В. Курдюмов, Земляные работы.

такова (рис. 159): две ручки *ab* длиной около 1,6 м, скрепленные между собою двумя распорками, таким образом располагаются одна относительно другой, что в переднем конце расстояние между ними равно 27—36 см, а в заднем около 1,1 м. В переднем конце ручек укрепляется чугунное колесо диаметром 27 см, вращающееся на железной оси; ступица колеса делается длинная с тем, чтобы плоскость колеса не выходила из положения нормального к оси вращения. Тачечники обыкновенно глушат колеса, т. е. вколачивают между осью и ступицей клинышки, вследствие чего колесо вращается вместе с осью.

В средней трети длины ручек к ним прикрепляются ножки, связанные одна с другой насадкой; этой насадкой и колесом тачка стоит на земле. На ручках располагается короб, или ящик вместимостью 0,2 м³, состоящий из пола и стенок; стенки ставятся наклонно, почему короб уширяется кверху (с развалом). Стенки короба поддерживаются продолжением ножек, которые проходят сквозь ручки или обхватывают их снаружи.

Лучшим материалом для ручек, ножек и стоек служат дуб, береза, сосна; короб можно делать из ольхи, осины и т. п. На ручки лучше брать стволы молодых деревьев, а не брусья, выпиленные из досок, так как такие ручки не так ломки и меньше занозят руки.

Благодаря описанной конструкции тачки на колесо передается не весь груз нагруженной в нее земли, а только некоторая его часть, сообразно положению центра его тяжести (между колесом и ножками), а потому рабочий, везущий тачку, должен не только преодолевать сопротивление движению, но еще и нести некоторую часть груза, что представляет один из недостатков тачки как перевозочного средства. При большой нагрузке тачки к концам ручек привязывается широкая лента — ляжка, которую рабочий надевает себе на плечи за голову и передает таким образом часть нагрузки тачки себе на плечи, облегчая при этом руки.

Выгрузка тачек производится опрокидыванием их вперед (а не в сторону) вращением частью около колеса, частью около переднего ребра короба. От неправильного расположения земли в коробе и неровностей пути тачка, идущая на одном колесе, стремится опрокинуться то в одну, то в другую сторону, и рабочему приходится удерживать ее в устойчивом положении, поднимая то одну, то другую ручку. Это тем легче достигается, чем шире расставлены задние концы ручек.

Ширина обода колеса бывает вообще невелика, около 4 см, а потому производимое колесом давление вообще значительно, и возить нагруженную тачку по земле, если она не совершенно тверда, весьма трудно. Обыкновенно для возки или катания тачек кладут катальные доски толщиной 9—11 см, шириной не менее 22 см. Под стыки досок полезно класть подкладки, а всю доску подбивать землею, чтобы она плотно лежала, не прогибалась под тачкой. Хвойные породы не хороши для катальных досок, так как в них легко пробивается колея, концы раскалываются, дерево занозится, однако у нас они главным образом идут в дело.

При неправильном ходе тачки колесо сходит с катальных досок. Для установки колеса на доску приходится поднимать его вращением всей тачки около насадки на ножках, которая опирается при этом на катальную доску. В этом особенно выражается польза насадки; без нее давление всей тачки (при установке колеса на доску) передавалось бы ножками непосредственно грунту, который бы, очевидно, легко подавался, и ножки вязли бы в нем.

Выгоднее всего катальные доски класть горизонтально, однако очень часто их приходится располагать и по уклону. Подъем до $\frac{1}{24}$ мало ощутителен, а потому такой путь принимается за горизонтальный при расчете возки. С возрастанием подъема движение затрудняется, при подъеме свыше $\frac{1}{12}$ приходится ставить особых рабочих-крючников, которые помогали бы втаскивать тачки. Крючники захватывают тачку крючком* прикрепленным к ляжке, перекинутой через плечо. При длинных подъемах ставят «в крючок» лошадей с погонщиками. При этом крючок прикрепляется к валику постромок или к хомуту. Число крючников определяется с таким расчетом, чтобы один крючник мог помогать последовательно 3—4 тачечникам.

При таких условиях, если тачку приходится поднимать на некоторую высоту, то невыгоднейшим образом задача решится в том случае, если большую часть пути вести с уклоном в $\frac{1}{24}$, а затем сделать один подъем в $\frac{1}{12}$ или еще круче (до $\frac{1}{3}$, если подъем не длинен) и здесь поставить крючников.

Вместо тачек, за трудностью иногда достать чугунные колеса, перемещение земли производится на простейших носилках.

ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ РАБОТ

Лопата является основным инструментом для земляных работ; она состоит из лопасти — главной рабочей части — и из рукоятки или черенка.

Главным образом в зависимости от формы лопасти, лопаты носят различные наименования: английская, данцигская, польская, киевская, рыдлевка, французская и др., не считая садовых типов. Основными являются:

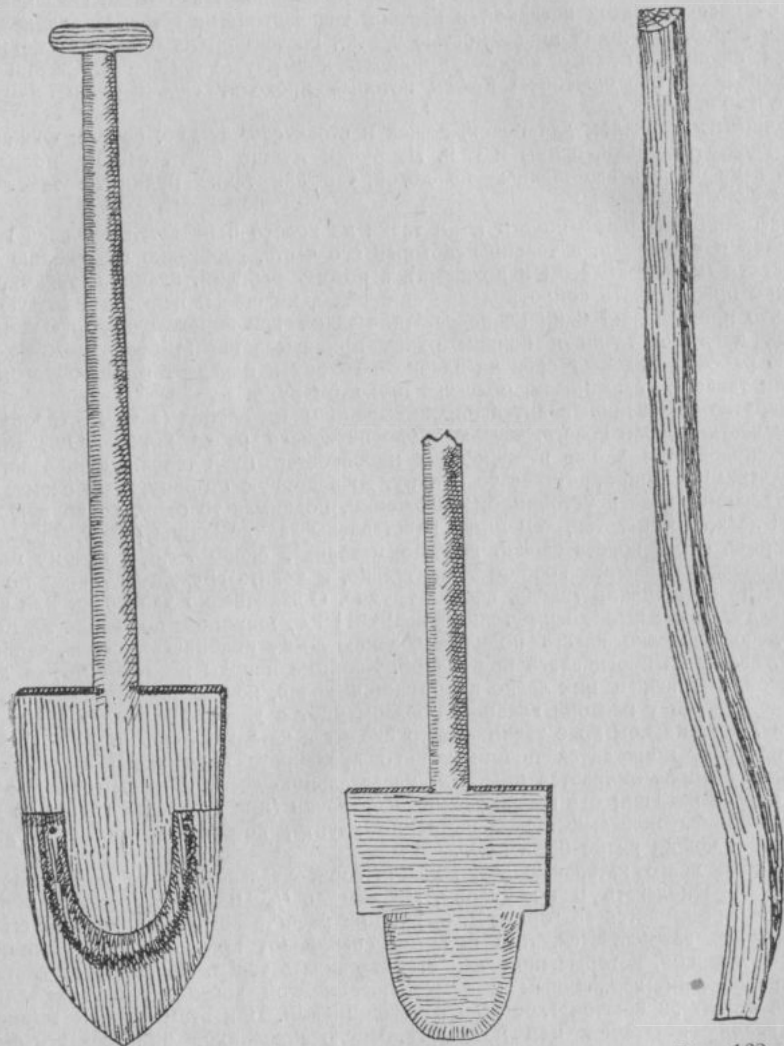


Рис. 160.

Рис. 161.

Рис. 162.

Польская лопата, состоящая из деревянной лопасти и железного наконечника на ней (рис. 160). Этот тип получил распространение в местах, богатых лесом, и при работе в торфяном или глинистом грунте. В этих условиях она предпочитается всем другим лопатам вследствие своей легкости, глубины захвата и возможности изготовления на месте; однако работа ею требует умелого землекопа-профессионала. Железный наконечник обычно

покупается, а вся деревянная часть может заготавливаться на месте работ. При этом о заготовке материала и просушке его следует озаботиться заранее. Для изготовления лопат употребляются твердые породы — клен, ясень, и мягкие породы — береза, липа, ольха. Из них клен, ясень и береза считаются тяжелыми, липа — самая легкая, но лопата из липы колетя и ломается. По сообщенным техником-практиком Комсиным данным лучшим материалом для лопат считается ольха. Дуб, сосна, ель и осина для лопат вовсе не годятся. В районе Полесья, где на болотах и по берегам рек растет именно ольха, лопаты преимущественно делаются из нее; при этом лучшее качество ольховой лопаты совпадает с сравнительной дешевизной ольхового дерева.

Ольховые колоды для приготовления лопат лучше употреблять уже прокопанные, зимней рубки, диаметра 22—27 см. Самое изготовление лопат производится исподволь, с заботой о просушке дерева во избежание трещин

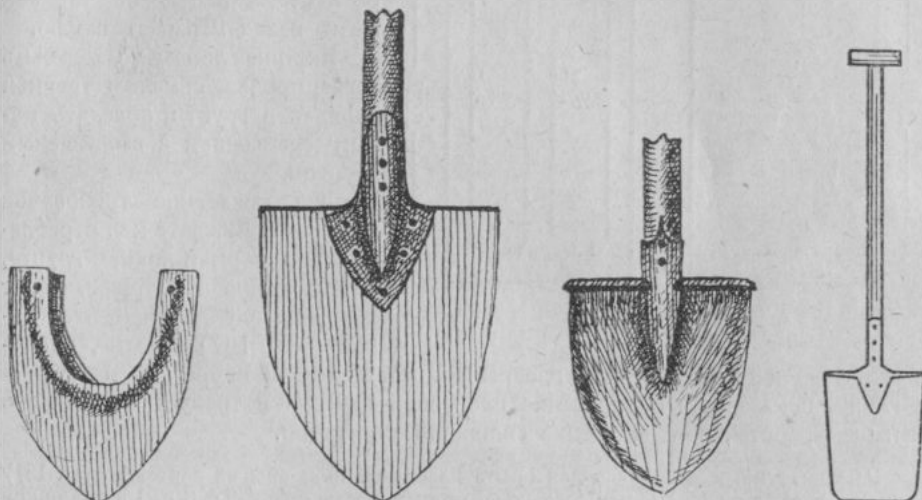


Рис. 163.

Рис. 164.

Рис. 165.

Рис. 166.

и разрывов лопат. Колоды очищаются от коры и распиливаются на кругляки длиной по $1\frac{1}{4}$ м. Кругляк колетя или распиливается вдоль на две пластины. Из каждой пластины выделяется затем одна деревяшка грубой формы с приданием желательного изгиба (рис. 161 и 162). В таком виде деревяшка должна сушиться на ветру в тени или в теплом месте не менее недели. После этого из деревяшки выделяется лопата, и к ней пригоняется железка (рис. 163), сначала без прибивки гвоздем, так как дерево продолжает ссыхаться. Сверху насаживается гнездом на шип и прибивается гвоздем ручка (валик, баранчик).

Киевская или черныбыльская лопата (рис. 164) с сужающейся к концу железной лопастью, к которой приклеивается растроб для вставки рукоятки, применяется не реже польской; более распространена, где нет опытных землекопов и дешевого ольхового материала; также предпочтительнее в грунтах вязких, глинистых, илистых и т. п., менее прилипающих к железу, чем к дереву.

Очень распространена железная лопата „рыдлевка“ (рис. 165) с овальной суживающейся к концу цельной железной пластинкой разной величины, определяемой номером лопаты. Употребляется при земляных работах под-

ростками и женщинами, так как захватывает меньше грунта; эта лопата при сухих минеральных грунтах наиболее употребительна.

Садовая лопата имеет рабочую лопасть прямоугольной формы; поэтому удобна для рыхлых грунтов, чернозема и песка, для выравнивания откосов и для вторичной отброски уже вынутого грунта. Негодна для работ в волокнистом торфу и в плотной глине (рис. 166).

Приобретая лопату для канавных работ, необходимо обращать внимание, чтобы в верхней части лопасти или вовсе не было загиба (наступа), как например у лопаты польской и киевской, или чтобы наступ для надавливания ногою был вперед, а не назад. При наступе назад затрудняется чистая работа отделки откосов, так как загиб назад царапает землю.

Хорошая лопата должна быть легка, прочна, с малым трением входить в грунт и обладать малым сцеплением с вынимаемым грунтом.

Два последние требования должны побуждать к употреблению в связном и липком грунте, т. е. в глине и в торфе, лопат с прорезной рабочей пластинкой (рис. 167). Опыты, произ-

веденные Рацеком * над внедрением сплошной и прорезной пластинки в глину, показали, что внедрение прорезной пластинки требует значительно меньшей работы, чем внедрение сплошной пластинки.

Размеры употреблявшихся для опыта пластинок показаны на чертеже (рис. 167); толщина пластинок 2,5 мм, площадь поверхности между $aa'dd'$ 2400 $см^2$ в сплошной пластинке и 960 $см^2$ в вырезной; разница в весе пластинок 0,3 кг. Обе пластинки вдавливались до линии aa в глину, набитую в ящик, после чего заставляли на пластинки падать гирию весом 10 кг с высоты 0,5 м. Погружение пластинок выразилось следующими цифрами (см. табл. на стр. 237).

Приведенная табличка показывает, что пластинка с прорезами вгонялась в глину шестью ударами гири на ту же глубину, на какую вгонялась сплошная пластинка одиннадцатью ударами.

Еще большее значение имеет облегчение процесса сбрасывания земли с лопаты. Иногда грунт так прилипает к лопате, что лишь сильный размах и резкое движение рук заставляет его оторваться от лопаты; усталость землекопа вызывается в значительнейшей мере именно процессом сбрасывания грунта с лопаты. Пластинка лопаты с прорезами имела бы меньшую поверхность прилипания грунта, и потому работа по сбрасыванию с нее грунта должна быть меньшей.

Несмотря на существенное значение указанных обстоятельств, опыты в этом направлении не опубликованы.

Согласно Урочному положению на строительные работы землекоп приводит лопату в негодность в течение — 75 рабочих дней.

* „Der Kulturtechniker“, 1923, № 3.

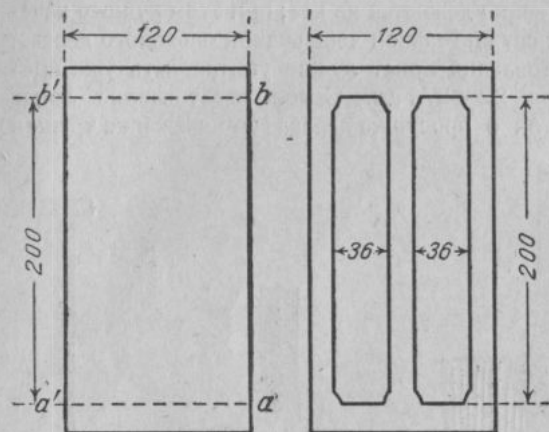


Рис. 167.

Число ударов	Погружение во влаж. глину		Погружен. в более сухую глину	
	Сплошная пластинка в миллиметрах	Прорезная пластинка в миллиметрах	Сплошная пластинка в миллиметрах	Прорезная пластинка в миллиметрах
1	45,5	57,0	32	43,5
2	74	56,5	55	76,5
3	96	126,5	73,5	105
4	115	157	91	131,5
5	133	190	107	157
6	149	216	121	181
7	164	—	135	202,5
8	177	—	148	220
9	190	—	160	—
10	203	—	172	—
11	214	—	183	—
12	—	—	194	—
13	—	—	205	—
14	—	—	214	—

Лента стальная длиной 20 м, складной метр, шнур, вешки и колья — для восстановления пикетов, промеров ширины и глубины прорываемой канавы.

Угломерный инструмент (гониометр) для восстановления трассы.

Топоры и пилы. Находящиеся по линиям намеченных канав лес и кустарники надлежит выкорчевать на всей ширине канав и выпилить или вырубить возможно ближе к корню по обе стороны канав, на полосах шириною в среднем по 4 м, считая по 1 м на бермы и по 3 м подвалы вынимаемой из канав земли (кавалеры). Лес в зависимости от местных условий или увозится и разделяется на дрова и прочий материал, или, при отсутствии путей и дальности расстояний, складывается по краю очищенной полосы. Работа топором продолжается и при самом рытье канав, так как в торфяной массе болота постоянно находятся неразложившиеся стебли и корни деревьев и кустов, называемые корчами. Корчи достигают значительных размеров, и извлечение их на поверхность, после подрубки с боков и снизу, требует силы многих рабочих; особенно много затруднений оказывают пни крупной ольхи с массой корневых отростков. При подрубке корней необходимы массивные топоры на длинных рукоятках.

Рычаги с опорами, канаты и ворота необходимы для извлечения из торфа больших пней. Орудия эти изготовляются из местного же прочного материала. Опорой для накручивания рычагами захватывающих корчи канатов или цепей служат часто стволы растущих деревьев. Часто же на глубоком торфяном болоте вообще трудно получить естественную или искусственную опору, — корни растущих на болоте деревьев не идут глубоко, и опорное дерево легко выворачивается, люди вязнут, и работа становится весьма трудной.

Кирки (рис. 168) и ломы употребляются для разрыхления плотного глинистого грунта, пробивания ортштейнового слоя и для выворачивания камней.

Визирки (рис. 169), сколачиваемые из двух брусков, служат для проверки дна канала между пикетами. Их должно быть не менее трех, из которых две ставятся у пикетов и одна между ними, в месте проверки дна.

Если по канаве движется вода, то надобности в визирках обычно не представляется, так как правильность дна проверяется в этом случае гораздо лучше наблюдением над равномерностью движения воды.

Черпаки, шупфли, совки для вычерпывания со дна прорываемых канав жидкого торфа, ила и пльвуна. Совок в простейшем случае сколачивается из досок в виде ящика без передней стенки, прикрепляемого к рукоятке. Для большей производительности и силы работы совка к переднему концу его прикрепляется веревка, за которую помогает поднимать совок второй рабочий. Применяются также для вычерпывания грязи и отливки воды

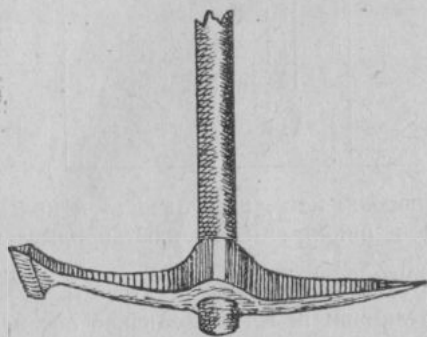


Рис. 168.

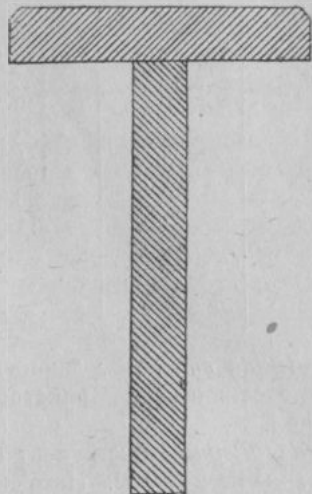


Рис. 169.

обыкновенные совки для насыпки зерна и покупные железные баластные лопаты (рис. 170).

Шаблоны. Для облегчения проверки сечения прорываемых канав изготавливаются деревянные шаблоны-трапеции для каждого размера ширины канавы по дну и крутизны заложения откосов. Вставляя такой шаблон в канаву, возможно сразу проверить глубину, ширину по дну, ширину по верху и правильность откосов канавы.



Рис. 170.

Ватерпас деревянный служит для забивки у краев канав новых кольев в уровень с основными пикетными кольями, вытаскиваемыми при рытье канав; заменяется брусом с уровнем.

Кроме того необходимы вспомогательные инструменты: напильники и рашпили для точения лопат, бруски для точения топоров и лопат, разводки для установки зубьев пил.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ

Помещение для рабочих. Мелиоративные работы, требующие большого количества землекопов, производятся на данной земельной территории один раз в течение одного-трех лет с постоянным перемещением от устья канала к верхнему концу его. Поэтому помещения для рабочих должны быть временного типа, притом легко разбираемые и перевозимые. Весьма же часто рабочие устраиваются на ночлег по сараям окрестных деревень.

Существуют два типа временных помещений — курени и бараки.

Для устройства куреня вбивается два ряда 22-сантиметровых столбов длиной по 2,5 м в расстоянии 2 м друг от друга; ряд от ряда отстоит также на 2 м. Врытые столбы соединяются сверху продольными лежнями, а на лежни укладываются поперечные схватки. К верхним продольным бревнам прислоняются наклонно толстые жерди диам. 13 см, вплотную или с малыми промежутками друг от друга; нижние концы их упираются в землю, а верхние оставляют просвет (рис. 171). На жерди настиляется хворост, а на хворост набрасывается дерн; для удержания хвороста иногда вделывают в настил деревянные гвозди; один конец куреня заделывается такой же наклонной стенкой наглухо, а в другом конце оставляется проход; кругом куреня роется канава для отвода дождевой воды; в курене по бокам его желателен деревянный настил, на который набрасывается солома и сено; в середине куреня на земле разводится костер; дым уходит в верхний проход между концами жердевого настила. Над костром сушится мокрая одежда, и греются сами землекопы; обычно огонь горит всю ночь. При длине куреня в 20 м в нем размещается на ночь 30 человек.

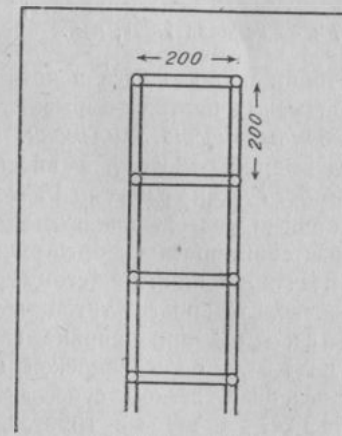
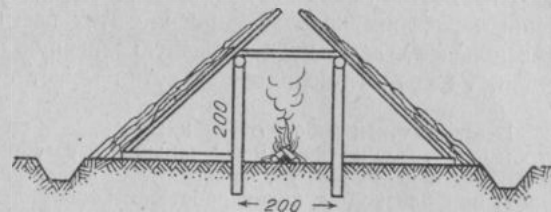


Рис. 171.

Барак строится на врытых в землю столбах, имеет легкие стены из пластин или теса с окнами, крышу из теса или толевою, и внутри четыре ряда нар. Костра разводить в бараке конечно нельзя, печи в нем обычно нет, в нарах заводятся насекомые. Поэтому, хотя барак считается более совершенным жилищем, но землекопы обычно предпочитают курень с костром посредине.

Кроме непосредственного жилья должен быть навес-кухня, состоящая из печи с вмазанными котлами для варки пищи и кипячения воды, и навес-столовая со столами на столбах и скамьями. При кухне — обитая тесом кладовая. Для технического персонала, конторы и склада инструментов делается отдельный барак с досчатыми перегородками.

Делается колодец, баня-барак и за жилыми бараками уборные в виде продолговатых ям, обложенных сверху деревянной рамой; ямы по мере необходимости засыпаются землей, а рядом вырываются новые. На крупных работах делаются еще бараки: фельдшерский пункт, клуб и ларек с продажей предметов первой необходимости на работах.

Продовольствие рабочих. Земляная работа в воде, иногда в холодной, с необходимостью откидки земли с лопаты на возможно большее расстояние,

§ 36. Для откидывания на горизонтальное расстояние 4 или на высоту до 2 м разрыхленной земли на куб. метр:

а) для грунтов, обозначенных в § 30, лит. а), б),
землекопов . . . 0,1

б) для грунтов, обозначенных в § 30, лит. в), г), д),
землекопов . . . 0,133

В местах устройства воронок рыхлая земля в валу должна быть откинута в сторону, на что требуются согласно § 35 на куб. метр:

а) для грунтов, обозначенных в § 30, лит. а), б),
землекопов . . . 0,075

б) для грунтов, обозначенных в § 30, лит. в), г), д),
землекопов . . . 0,1

При тщательной работе откосы канав должны быть выравнены и отпланированы; согласно § 47 на планирование под рейку готовых откосов на кв. метр:

землекопов . . . 0,015

При работе в воде расчет рабочих сил значительно изменяется, именно по § 28:

Для вычерпывания ручными черпаками и ковшами с помощью ворота разжиженной земли, илу и из рек песку на куб. метр:

а) Из глубины не более 1 м до поверхности, на которую выбрасывается земля землекопов 0,6

б) Из глубины не более 1,35 м " 0,7

в) Из глубины 2 м " 1,1

г) При большей глубине к 1,1 землекопам на каждый 1 м углубления, считаемого до центра тяжести вынимаемой земли, землекопов по . . . 0,15*

Составление сметы по нормам Урочного положения необходимо лишь по формальным соображениям для казенных учреждений. Частные же лица при сдаче исполнения работы с подряда никогда по этим нормам вычислений не производят, а непосредственно оценивают 1 куб. метр выемки или 1 метр протяжения канавы.

Технический персонал. Осуществление работ поручается так называемому производителю работ, в помощь ему даются техники и десятники. Сезон осушительных работ начинается в середине мая, кончается в октябре, всего 5 месяцев при 110 днях работы. Из этих дней необходимо вычесть время, необходимое для передвижения, для организационной работы, а также перерыва вследствие неблагоприятной погоды в размере:

- 1) по работам из госбюджета — 15% или 17 дней;
- 2) по работам в мелиоративных товариществах — 25% или 28 дней.

Таким образом собственно на земляные работы остается в сезоне по госбюджетным работам 93 дня, по кредитным (мелиоративным товариществам) — 82 дня. При далеких переездах с работы на работу потери дней увеличиваются на 5%.

На одно техническое лицо может быть возложено административное и техническое руководство следующим количеством рабочих:

	Работа по госбюджету	По мелиоративным товариществам
При регулировании рек и ремонте магистр. каналов	90 чел.	—
При прорытии новых магистр. каналов	120 "	60
При интенсивном осушении земель	80 "	40
При интенсивном осушении под опорные, показательные и т. п. учреждения	20 "	—

В помощь каждому технику должны быть десятники по расчету один на 40 человек.

РАБОТА ПРИ ПОМОЩИ МАШИН

Типы машин. Машинные приспособления при земляных работах можно разделить на две основных группы:

1) Сухопутные машины — для устройства каналов и насыпей в сухом грунте. Эта группа делится еще на две подгруппы: а) работающая машина передвигается вдоль края канала по специально проложенной дороге — рельсам и т. п., или машина сама движется на гусеничном ходу; эти машины в массовом употреблении на оросительных работах в Сев. Америке; на осушительные работы такая машина на гусеничном ходу поставлена у нас впервые в 1929 г. на регулирование реки Полисти Великолуцкого округа; б) работающая машина движется по или над прорываемым рвом; конструируются такие машины для прорытия дренажных и водопроводных рвов малой ширины и в осушительной практике на болотах еще не получили распространения.

2) Вторая группа — пловучие землечерпалки, движущиеся на судне по воде в прорываемом канале вверх или вниз по течению. В СССР этот тип машин распространен на судоходных реках для расчистки перемелов и распространяется на осушительных работах по регулированию рек-водоприемников. Пловучая землечерпательная машина состоит из: а) корпуса-судна, называемого понтоном, б) установленного на понтоне парового или нефтяного двигателя, приводящего в движение землечерпательный механизм, в) механизма, захватывающего и поднимающего грунт из прорываемого канала, г) механизма для отведения грунта из захватывающего механизма на сторону канала, д) частей для закрепления землечерпалки к определенному месту и для продвижения вперед и в стороны.

Описание двигателей и подробностей конструкции всех частей землечерпалок входит в область механики, а не мелиоративного дела, поэтому здесь возможно ограничиться лишь классификацией пловучих землечерпалок по способу захватывания ими грунта из каналов.

По способу захватывания грунта или по типу рабочего аппарата пловучие землечерпалки могут быть разделены на пять групп: 1) одноковшевые, 2) щипцовые, 3) скреперные, 4) многочерпаковые, 5) гидравлические или землесосы.

Одноковшевая или одночерпаковая машина (рис. 172) захватывает грунт одним черпаком, называемым паровой лопатой, прикрепляемым к „стреле“ машины. Стрела вращается на поворотном круге на угол до 200°. Приводится в надлежащее движение лопата через систему стальных канатов и блоков, которыми она опускается вниз, врезается в грунт, поднимается наполненной грунтом, отводится в сторону канала и опораживается открытием дна. Одночерпаковые машины обладают большой силой, и их можно применять в грунтах твердых и даже с пнями. Однако целесообразнее большие пни убирать заранее.

Размеры черпаков колеблются от 0,3 до 12 м³, а производительность машин от 10 до 500 м³ в час.

Машина, изображенная на рис. 172, имеет рабочее движение черпака по окружности и в направлении от понтона вперед и вверх; этот тип черпака имеет большое распространение.

Скреперный аппарат (рис. 173). В последнее время за границей изготовляются машины с черпаком, рабочее движение которого происходит по



Рис. 172.

дну выемки с направлением к понтону; черпак захватывает грунт, подрезая его острыми краями при своем движении к понтону по дну выемки; черпак с таким способом захвата называют скрепером, самотаской.

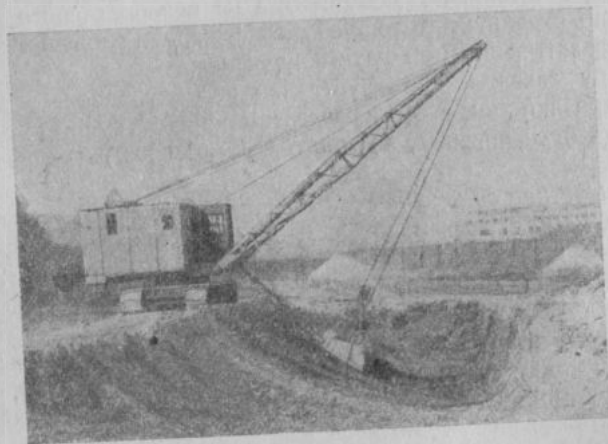


Рис. 173.

Щипцовая, грейферная, храловая машина захватывает грунт створчатым черпаком-щипцом, подвешенным стальным тросом к вращающейся стреле (рис. 174). Работа щипцового экскаватора выражается в следующем: нижние края створок щипца заострены или снабжены зубьями; при падении

щипца с высоты нескольких метров на землю раскрытые створки его врезаются в грунт; под действием цепи или троса створки с большой силой сближаются, и при этом щипец заполняется материалом; затем он системой тросов и блоков поднимается вверх и отводится стрелой в сторону, где раскрывается, и материал вываливается.

Стрела, к которой подвешен грейфер, или ковш, вращается в сторону на поворотном круге понтона вместе со всей машинной установкой.

Щипцовый экскаватор бывает двухстворчатый и четырехстворчатый. Работает такая машина успешно в грунтах средней твердости, в песке, в торфе, может захватывать и пни.

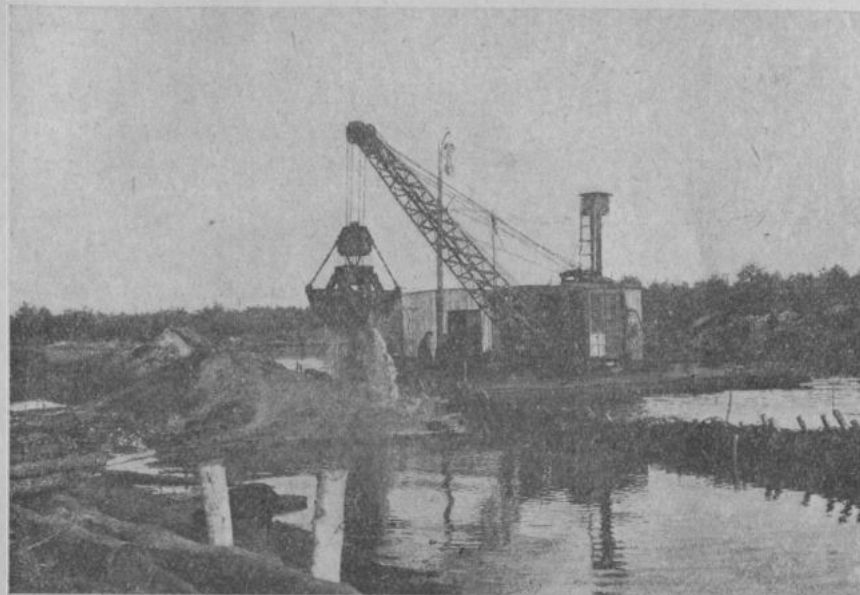


Рис. 174.

Многочерпаковая машина захватывает грунты черпаками, прикрепленными к цепям, вращающимся на двух барабанах (рис. 175). Корпус судна землечерпалки устраивается железным или деревянным с большим продольным прорезом, внутри которого проходит черпаковая рама; эта рама верхним концом опирается на станину, имея возможность вращения около опорной линии. Нижний конец рамы поддерживается цепями, закрепленными на особой подъемной лебедке.

Черпаковая рама имеет сверху и внизу барабаны, которые обхватываются двумя параллельными цепями, составленными из планок, имеющих длину, равную грани барабана. К планкам прикреплены болтами черпаки.

Верхний барабан приводится в движение главной машиной посредством ременной или цепной передачи.

При вращении верхнего барабана грани его захватывают планки цепи и двигают ее вместе с черпаками, которые и врезаются в грунт. Земля, захваченная черпаками, выдвигается из них в верхней точке рамы в особый ящик, называемый грунтовым колодцем, а оттуда идет или по лоткам

или по трубам с водою, или по транспортерам на берег, или при большой ширине канала в шаланды, на которых отвозится в назначенное место. Многочерпаковая землечерпалка имеет больше мелких частей, чем одночерпаковая и щипцовая, и потому все части машины должны быть сделаны и собраны самым тщательным образом. Производительность многочерпаковых землечерпалок очень разнообразна — от 2 до 1 000 м³ в час.

Как уже сказано выше, грунт из черпаков попадает в грунтовый колодец машины, а оттуда идет в простейшем случае по лоткам или трубам на стороны канала или в шаланды. Чтобы грунт мог по лоткам сползать безостановочно, лотки должны иметь наклон не менее 20 — 30°; однако при

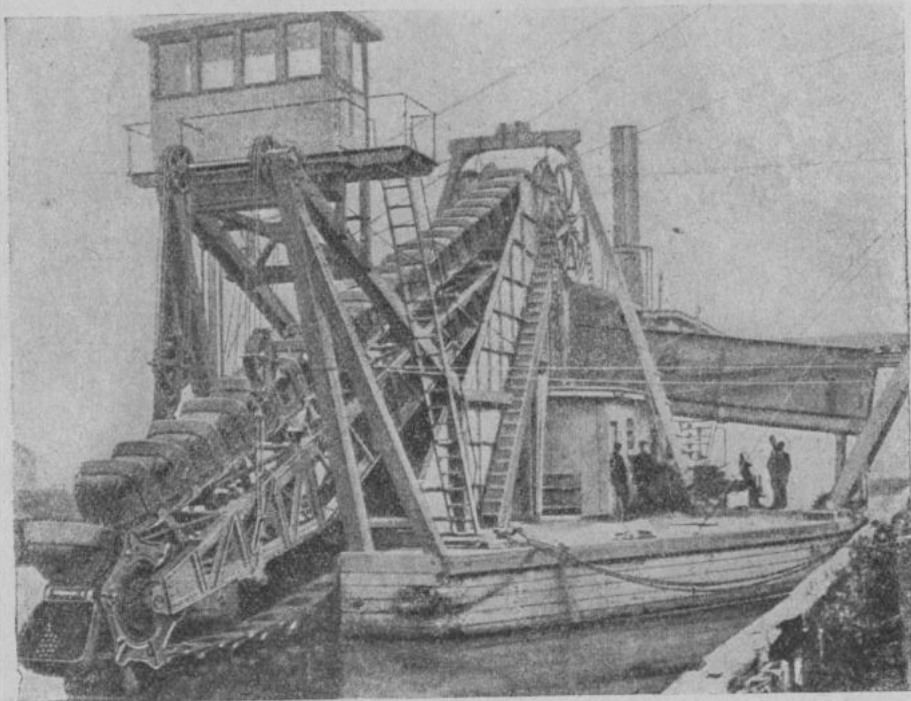


Рис. 175.

вязких грунтах и такой наклон лотков не гарантирует их от закупорки; в таких случаях необходимо для промывки лотков или труб доставлять к ним центробежным насосом постоянную струю воды.

Гидравлическая машина, или **землесос**, грунт захватывает всасыванием в трубу (рис. 176). На судне устанавливается сильный центробежный насос, от всасывающего конца которого опускается на дно расчищаемой реки труба; при действии насоса вода направляется с большою силою во всасывающую трубу, причем грунт вблизи нее сильно размывается и всасывается с водою в насос, а оттуда удаляется по выкидным трубам. Для работ в грунтах более твердых у головы всасывающей трубы помещают особый разрыхлитель, состоящий из вращающихся резаков. Землесосы с разрыхлителями применимы почти для всякого грунта, если он однороден и не имеет включения дерева и камней.

Высасываемый из реки грунт может направляться по трубам для засыпки котловин, для насыпки приречных дамб, устройства дорог. Такая двойная работа землесоса с возможностью отвода грунта на далекое расстояние обещает ему большое распространение.

Вследствие того, что в СССР мелиоративное регулирование рек машинами находится в начале развития, при выборе машины следует быть особенно осторожным. При запросах о машинах необходимо указывать: 1) характер грунта, 2) общий объем предполагаемой выемки, 3) желательную часовую производительность, 4) род топлива, 5) глубину воды, 6) ширину

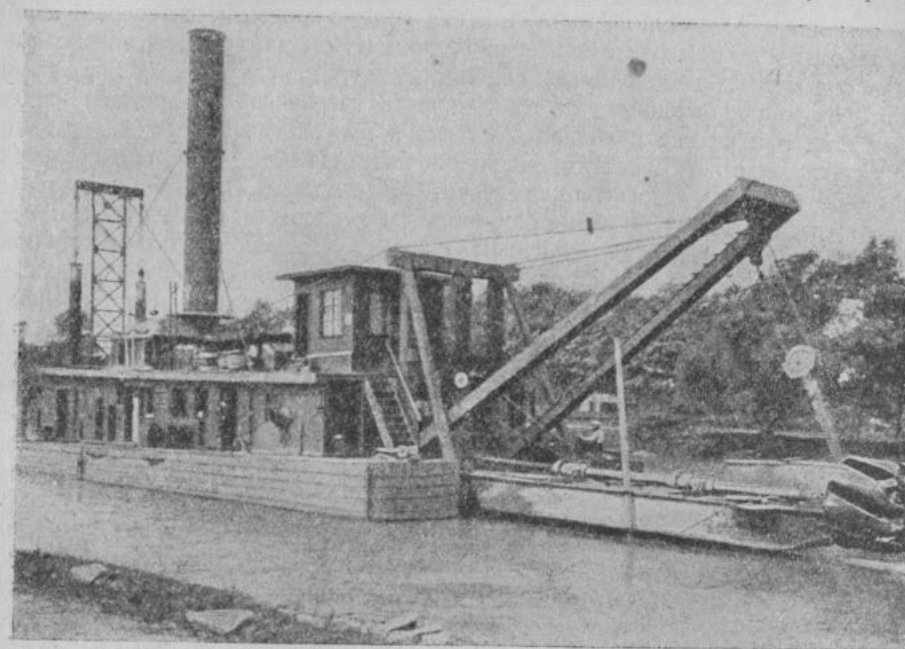


Рис. 176.

канала, 7) глубину канала ниже горизонта высокой воды, 8) величину колебания горизонтов, 9) куда и на какое расстояние должен выгружаться извлекаемый из канала материал, 10) желательную высоту выгрузки.

Понтоны. Пловучий понтон землечерпательной машины изготавливается из клепаного железа или из дерева. Железные листы понтона доставляются к месту сборки в ящиках; деревянные понтоны изготавливаются на местах по чертежам фирмы. Понтон должен выдерживать не только вес землечерпательного снаряда и машины — двигателя, но должен преодолевать и то усилие на нос (передний конец), которое передается от ковша или грейфера при отрывании и при подъеме грунта. Поэтому передняя часть понтона, чтобы она не погрузилась в воду в момент захвата ковшом или грейфером грунта, снабжается парю ног-свай, которые, опираясь на дно регулируемого русла, придают понтону устойчивость как осевую, так и боковую; сваи проходят или вертикально вниз через проушины в боках понтона (рис. 172), или имеют наклонное направление, сходясь над понтоном острым углом.

При отводе рабочего аппарата, наполненного вычерпнутым грунтом, в сторону под углом в 90° к оси понтона для опорачивания его над берегом канала понтон должен выдерживать значительное боковое опрокидывающее усилие; та же пара вертикальных или наклонно расходящихся опорных ног должна предохранять понтон и от бокового крена.

Наконец при работе черпаком в момент захвата грунта на понтон передается значительное отталкивающее назад усилие; этому усилию противодействуют те же ноги-сваи. При работе вертикально поднимающимся на тросах грейфером отталкивающего усилия не получается. В процессе работы, по мере выемки грунта, машина должна продвигаться вперед, а при широком проектном русле также в стороны. При каждой передвижке понтона оказывается необходимым поднимать опорные сваи кверху, затем наворачивать на понтонные лебедки тросы, закрепленные другим концом в берегах или на дне реки помощью якоря или забиваемых сваяк, и наконец вновь опустить и вдавить в дно опорные сваи. На такой процесс перемещения понтона затрачивается значительное время*. Поэтому некоторые фирмы рассчитывают понтон такой ширины в носовой части, чтобы и осевой и боковой крены выдерживались бы пловучеспособностью самого понтона. В таких случаях ширина передней части понтона, воспринимающей носовое и боковое усилия, значительно увеличивается; вместо обычных 5—6 м ширина понтону придается не менее 9 м, что делает его пригодным лишь для прорытия широких каналов. На месте такой понтон удерживается четырьмя тросами, наверху одним концом на лебедки на понтоне, а другим на сваи на берегах канала или на якоря. Передвижка такого понтона производится подтягиванием передних и ослаблением задних тросов; остановки в работе землечерпательного снаряда при этом почти не происходит.

Двигатели. Грейферные и одночерпаковые машины работают толчками; в момент захвата грунта преодолевается наибольшее усилие; в таких условиях лучшим двигателем является паровой; топливом служат дрова или уголь.

Примеры работ землечерпалок. В 1929 г. в европ. части СССР по регулированию рек-водоприемников работало 13 машин; из них было:

Землесосов — один: на р. Пре бывш. Рязанской губ.
Одноковшевых машин — четыре: на р. Тихой Сосне Острогожского округа Ц.-Черноземн. области, на р. Дубне Московского округа, на р. Яхроме Московского округа, на р. Орессе в Белоруссии.

Щипцовых (грейферных) — четыре: на р. Орессе в Белоруссии три машины, на р. Пре — одна.

Многочерпаковых — три: две на р. Тясьмин Шевченковского округа, в Украине, одна — на р. Терек.

Скреперных — одна: на р. Полисте Великолуцкого округа.

Для характеристики машин приведем описание их по одной для каждого из типов, извлеченное в значительной мере из рукописи сотрудника Научно-мелиорационного института М. Нечаева.

Землесос на реке Пре бывш. Рязанской губернии. Землесос на деревянном понтоне с осадкою в 0,80 м; закрепляется при работе двумя якорями в

* Кроме того в слабом дне реки опорные сваи не находят иногда достаточного сопротивления, и происходит одна из частых аварий, — понтон накрывается в сторону и зачерпывает воду.

передней части и двумя в задней части. Длина всасывающей трубы 5,5 м, диаметр — 400 мм, диам. трубы у помпы — 200 мм. Сосун может брать грунт с глубины до 3 м, под водою имеет предохранительную сетку. Длина отводящей трубы около 40 м, из которых только 10,5 м лежат на берегу, остальная же часть трубы проходит над водою и лежит на металлических поплавах; вода с грунтом поступает из трубы в лоток.

Двигатель имеет 22 силы, питается нефтью. Работа ведется снизу вверх, против течения реки.

Землесос не имеет разрыхлителя и потому может хорошо работать лишь в песчаных грунтах.

Производительность землесоса по наблюдениям с 1/VI по 15/VIII 1929 г. определена в 16,08 м³ за час чистой работы и 9,88 м³ за час валовой работы (вместе с остановками).

При работе в среднем в две смены месячная производительность оказалась в 3500 м³.

Расход на куб. метр выемки слагается из:

оплаты обслуживающего персонала	31 коп.
стоимости нефти, смазки, керосина	16 "

Всего без амортизации машин и без технадзора 47 коп.

Одночерпаковая машина на реке Тихой Сосне, притоке реки Дона Острогожского округа Центр.-Черноземной области. Машина американской фирмы „Марион“; сконструирована для сухопутной работы, но поставлена на металлический понтон, изготовленный для нее судостроительной верфью в Ленинграде. Работать машина начала в 1927 г. Длина понтона 10 м, ширина 6 м, высота 1,25 м, глубина погружения 0,75 м. Емкость ковша 0,57 м³, длина стрелы 6,24 м, длина рукояти ковша 5,44 м. Рабочее давление пара — 8 атмосфер; котел обслуживает три машины: одна машина — для поворота всей гарнитуры по кругу на понтоне, вторая машина — для врезания ковша в грунт (напорная), третья машина — для подъема ковша. Понтон удерживается на сваях. Расстояние от оси вращения гарнитуры до центра свалки грунта — 6 м.

В 1928 г. работа характеризовалась следующими цифрами:

Общее число часов работы	1 249 час	100 %
Часов чистой работы	573 "	46 %
Часов на передвижку понтона	217 "	} 54 %
Простой (набор воды в котел, чистка топки, ремонт мелких поломок, задержка в топливе)	458 "	
Производительность за час чистой работы	36,4 м ³	
Производительность за час валовой работы	16,7 м ³	
Работа велась в илистом грунте.		
Время на одну экскавацию	40 сек	

Стоимость куб. метра выемки с учетом всех расходов, т. е. зарплаты, топлива и смазки, ремонта, амортизации (за 10 лет), технадзора, составила в 1928 г. 64,8 коп.

Многочерпаковая машина на реке Тясьмин Шевченковского округа (рис. 176). Машина была приобретена в Германии в 1914 г. за 80 000 рублей. Длина понтона 28 м, ширина 6,5 м, высота 2,2 м, осадка при работе 0,75 м. Машина комбинированная; снабжена 33 черпаками и сосуном; емкость каждого черпака 0,31 м³. Грунт транспортируется на берег по

двум железным лоткам длиной по 15 м. Главная паровая машина в 100 лс, поверхности нагрева 42 м², рабочее давление 9 атм, имеется вторая, малая паровая машина в 4 лс для приведения в действие динамомашин.

Работа начата в 1926 г. В 1928 г. *:

Общее число часов работы было	3 079	100%
Часов чистой работы	2 237	75,9%
Часов простоев	842	24,1%

Работа производится в твердом грунте.

Стоимость куб. метра выемки в 1926 г. без амортизации машины выразилась в следующих цифрах:

Топливо	1 р. 07 к.
Смазочн., обтирочн. и добавочные материалы	10 "
Содержание штата	1 " 94 "
Хозяйствен., канцелярск. и пр.	02 "
Текущий ремонт	30 "
Всего	3 р. 43 к.

Обслуживающий машину персонал при одной смене состоял из: 1) багермейстера, он же механик, 2) помощника багермейстера, 3) машиниста, 4) помощника машиниста, 5) двух кочегаров, 6) восьми матросов, 7) боцмана, всего 15 человек. При двух сменах к этому добавляются: два помощника машиниста, кочегар, боцман, восемь матросов. Указанный штат является исключительно большим, обусловливаемым несовершенствами машины.

Одночерпаковая машина на р. Дубне Московского округа. Машина американской фирмы „Марин“, поставленная на деревянный понтон. Длина понтона 19,5 м, ширина 5,5 м, устойчивость создается наклонными опорными сваями. На понтоне установлена паровая машина в 60 лс. За время работы на Дубне с 1925 г. вынута земли:

в 1925 г.	80 000 м ³
" 1926 "	80 000 "
" 1927 "	120 000 "
" 1928 "	120 000 "

Стоимость выемки куб. метра складывается из:

Заработная плата обслужив. персон.	24,4 коп.
Социальн. страхован. и одежда	7,0 "
Ремонтные работы	3,3 "
Технический надзор	3,9 "
Материалы	6,2 "
Амортизация	6,9 "
Разное	10,6 "
Всего без стоимости дров	62,3 коп.

При этом в 1926 г. выемка одного куб. метра из русла реки обошлась в 81,3 коп., а на спрямлениях — 46,9 коп.

Обслуживающий персонал на смену: ст. машинист, машинист, кочегар, вахтенный, рабочий.

Грейферные машины на реке Орессе в Белоруссии. Две машины германской фирмы Оренштейн и Коппель работают на металлических понтонах длиной 15 м, шириной в задней части 5 м, в передней — 9 м. Пон-

* Сведения багермеханика Глухова.

тоны, имея спереди ширину в 9 м, работают „на плаву“, т. е. сохраняют устойчивость без опорных свай. Высота понтона 1,25 м, осадка 0,7 м. Паровая машина мощностью 40 лс. Емкость двустворчатого грейфера 0,75 м³; стрела длиной 11,5 м, расстояние от центра понтона до места свалки грунта до 10 м.

Стоимость каждой машины, полученной из Германии в 1927 г., со сборкою 42 000 руб. Чистая производительность в торфе 43 м³, валовая производительность в 25 м³ за час. Ширина исполняемого канала по верху — 20 м. Грейфер прекрасно берет торфяной грунт с мелкими пнями. Потребное время на одну экскавацию — 1 минута.

Третья работающая на реке Орессе машина фирмы „Менк и Гамброк“ в Германии имеет трехлопастной сферический грейфер в 0,80 м³. Машина поставлена на деревянный понтон, изготовленный на месте работ по чертежам фирмы; длина понтона 24 м, ширина 7,13 м, осадка 0,75 м. Длина стрелы 13 м, расстояние от центра понтона до выгрузки грунта 11—12 м. Потребное время на одну экскавацию 45 секунд. Стоимость машины с понтоном, собранным в 1928 г., 57 000 руб. Простои всех трех машин составляли около 30% от рабочего времени. Обслуживание машин, расход материала и стоимость работ на реке Орессе видны из нижеприведенной сметы, составленной на основании двух лет работы.

СМЕТА

на выемку куб. метра грунта при регулировании реки с проектной шириной по верху 20 м, при работе пловучими грейферными экскаваторами германских фирм „Оренштейн-Коппель“ (2 машины) и „Менк-Гамброк“ (1 машина), составленная Управлением работ по данным опытам 1928 и 1929 гг. на реке Орессе в Белоруссии.

Средняя производительность машины в час торфяного и песчаного грунта, считая со всеми простоями, определилась в 23,62 м³, с колебаниями от 27,32 для машины „Менка“ до 21,64 для одной из машин „Оренштейн-Коппель“.

Производительность машины за месяц, считая 24 рабочих дня при 3-сменной работе: $23,62 \times 8 \times 3 \times 24 = 13\ 605\ м^3$.

Производительность машины за сезон, считая с 15 мая по 1 декабря, 6½ месяцев, равна 85 432 м³.

Персонал на машине при работе в 3 смены:	На куб. метр выемки копеек
Машинистов 3 по 75 р. в месяц, одному 85 руб., всем	235 р. — к.
Кочегаров 3 по 52 р. 50 к.	157 р. 50 к.
Матросов 9 по 45 р.	405 р. — к.
Сторож в нерабочие дни	6 р. — к.
Задельная плата: машинисту по 2,125 к., кочегару 0,3 к., матросу 0,2 к. за каждый куб. метр их смены; при месячной выемке в 13 605 м ³ вся задельная плата составит	412 р. 56 к.

Вся зарплата за месяц 1 216 р. 06 к. 9,00

Спецдежда: машинистам 18 р. \times 3 = 54 р., кочегарам 37 \times 3 = 111 р., матросам 37 \times 9 = 333 р., всем 493 р. за сезон в 6½ месяцев	0,56
Квартиры 600 р., освещение 42 р. 68 к., отопление 80 р., всего на год 722 р. 68 к.	0,80
Шаланды для доставки топл. и пр., лодки для персон. 278 руб.	0,33
Топливо для машины. Дров на 24 часа требуется: 9 м ³ стоимостью по 2 р. 90 к., плюс доставка 1 р. 10 к., всего 4 р. за куб. метр	6,35
Освещение при машине: два газо-калильных фонаря стоимостью оба 500 р., амортизирующихся за сезон, керосина, бензина	1,5
Смазочные вещества: олеонафта за сутки 2,4 кг по 19 к., тавота 1,68 кг по 43 к., вискозина 3,6 кг по 41 к.	0,47

Текущий ремонт. По данным опыта за 1929 г. ремонтные расходы на машину составили 1 200 руб. Расход этот падает главным образом на замену стальных тросов, срок службы которых не превышает 1—1½ месяцев . . . 1,36

Зимний ремонт потребовал в 1928 г. 3 395 руб. на каждую из двух машин, работавших летом 1928 г. 3,85

Амортизация машин. Машины работают по 24 часа в сутки в плотно сменном песке и в торфу с ольховыми пнями. Срок амортизации при таких тяжелых условиях принимается в 5 лет. Стоимость трех машин со всеми расходами по доставке и сборке выразилась в сумме 41 125 („Оренштейн“) + 41 125 („Оренштейн“) + 60 000 (Менк) = 142 270 р. Амортизация на одну машину в год 9 484 р. 60 к. При производительности за сезон в 13 605 м³ на 1 м³ 10,73

Амортизация инвентаря слесарной мастерской. При караване в 3 машины и при 4-й машине, находившейся в сборке, оборудована мастерская, состоящая из двух токарных станков по 1 500 руб., сверлильного станка — 800 руб., трансмиссии — 300 руб., двигателя внутреннего сгорания — 2 200 руб., паяльники, горны, тиски, верстаки и пр. — 1 600 руб. Сроки амортизации машин на 10 л., трансмисс. 20 лет, мелкого инвентаря 8 лет, сумма годичной амортизации 815 руб., раскладываемая на четыре машины 0,23

Проценты на вложенный капитал. Начисляется 6% на капиталы:

Три машины	142 250 р.	с амортиз.	за 5 лет
Четыре брандвахты (дома на понтонах)	24 000 „	„	10 „
Слесари. мастер.	8 600 „	„	10 „
Баркасы и лодки	1 860 „	„	5 „
Шаланды 7	7 000 „	„	5 „
Дома жилые и др.	5 000 „	„	10 „

В первый год начисление процентов производится на весь капитал, во второй год — за вычетом амортизованного за год и т. д. Постройки, брандвахты и пр. разложены на 4 машины. На одну машину приходится в среднем процентных денег с затраченного капитала 2 094 р. 43 к. 2,37

Административно-технич. персонал при 3 машинах: производитель работ, техник, десятников два, механик, моторист (при лодке), кладовщик, писмоводитель, сторож. Персонал этот не только непосредственно при машинах, но и заготавливает дрова, восстанавливает трассу, ищет запасные части и пр. . . 2,39

Разъезды и командировки на машину 250 р., канцелярские расходы — 60 р. Отчисления в страхкассу 4,3% от зарплаты, в союз 10,75%, на культурные нужды 1%; всего отчислений в месяц с одной машины 116 р. 70 к. 0,85

Ручная отбороска от края канала половины вынуженной машинами земли с разравниванием ее или со складыванием в правильные кавальеры, с прорезью местами сточных воронок по §§ 36 и 47 Урочн. пол. на кубометр $0,1 \cdot 0,85 + 0,015 \cdot 15 = 0,31$ раб. при цене 65 к. 15,00
(здесь 15 есть площ. отделки, приходящ. на куб. метр выемки).

Всего стоимость куб. метра выемки с ручной отделкой 56,07

Устройство плетневых укреплений откосов. Средний объем выемки на погонн. метр русла равен 40 м³. Погонный метр плетневого забора по данным опыта обходится в 2 р. 14 к., что дает на куб. метр выемки 10,75 коп., заброска земли за плетень и пр. мелкие земляные работы при этом — 1,5 коп. всего на куб. метр выемки устройство плетней требует 12,25

Устройство водостеснительных плетней и бун в местах широкого русла, устройство временных запруд и пр. сооружений постоянного и временного типа, не считая укрепления откосов, в условиях реки Орессы 8,20

Восстановительные работы. В период весенних вод и летних паводков по реке несетя и отлагается значительное количество земляных частиц; ледоход и лесослав производят разрушение откосов, поэтому при многолетней работе приходится после спада весенней воды производить ремонты и подчистки русла с расходом в 5% от стоимости исполненных в предыдущ. году земляных работ и с 10% от стоимости гидротехнич. сооружений 4,00

Вся стоимость укрепительн. и восстановит. работ 24,45

Расходы, падающие на общий аппарат Управления лесомелиоративными работами Республики 1,10

Общий расход по исполнению регулировочных работ по реке Орессе землечерпательными снарядами фирм „Оренштейн-Коппель“ и „Менк-Гамброк“ на кубометр выемки, с ручной отделкой и вместе с укрепительными и водостеснительными сооружениями исчисляется на куб. метр выемки 81,62

Сухопутный скреперный экскаватор на реке Полисти Великолуцкого округа пушен в работу к осени 1929 г. Стоит и передвигается на гусеничном ходу; расстояние от ж.-д. станции до места работ в 60 км прошел сам. Во время работы стоит на берегу канала; стрела длиной 13,5 м, лопата-черпак захватывает грунт движением к машине, создаваемым натяжением троса. Вес машины 40 т. Продолжительность одной экскавации 51 сек, простой составляли 40%, от всего времени работы. Валовая часовая работа — 19,8 м³, чистая работа — 33 м³.

→ *Доделка работ.* Одночерпаковый экскаватор делает канал с вертикальными откосами, грейфер — создает параболическое русло; вынимаемый грунт выгружается из черпаков и грейферов на близком расстоянии от края канала и сползает к самому краю, а иногда вместе с выливающейся из черпака водой смывается частично снова в реку. Поэтому после прохода машины требуется ручная доделка канала, главным образом откидка вынуженного грунта от края канала. При жидком илистом грунте оказывается иногда необходимым предварительно устанавливать на берегу реки щиты для задержания вынимаемого грунта от обратного сползания в реку; вместо щитов устанавливаются плетни на прочных кольев, за которые и выгружается грунт из ковша или грейфера.

Организация работы. Работа машиной производится снизу вверх — против течения или сверху вниз — по течению. При первом способе машину легче доставить к месту работы, именно к устью регулируемой реки, работа не вызывает затопления нижележащих земель, но зато при движении машины вверх, против течения, отрегулированная часть реки значительно заносится отложениями ила, идущего в обилии вниз от места работы машины. Кроме того в отрегулированной части реки уровень воды понижается обычно настолько, что понтон машины садится на дно реки, и для возможности продвижения машины вверх необходимы подъем воды, устройство временных перемычек.

При работе сверху вниз по течению русло реки в месте работы машины всегда полно водою, отрегулированная часть реки, находясь выше места работы, не подвергается заносу илом. Поэтому, вообще говоря, работу следует вести всегда сверху вниз по реке.

В 1929 г. большая часть машин работала в три смены; ночью работа велась при фонарном освещении без особого снижения производительности. В процессе работ части поломки механизмов и обрывы тросов, поэтому при машине должна быть механическая мастерская.

Выбор типа машины встречает разногласия. В результате произведенного в 1929 г. Научно-мелиорационным институтом обследования 12 машин, работавших по земельно-мелиоративному регулированию рек в европ. части СССР, возможно повидимому принять:

1) В торфяном грунте с мелкими пнями наилучше работает грейфер (щипец, хrap) с понтоном на плаву без опорных ног, мелкие пни извлекаются грейфером легко; коэффициент наполнения рабочего аппарата равен

единице и более. Три машины на реке Орессе работают в таких условиях вполне успешно.

2) В торфе без пней, глине и песке удовлетворительно работает одночерпаковая машина на опорных сваях; производительность ее в этих условиях больше, чем грейфера, но вынос грунта в сторону производится черпаковой машиной на меньшее расстояние, чем стрелой грейфера; в этом недостаток черпака.

В песчаном и илистом грунте наиболее подходящей машиной является повидимому землесос; огромное преимущество землесоса в том, что извлекаемый им грунт выливается из трубы на значительном расстоянии от машины и может идти на заполнение староречья или на образование дамбы. За землесосом будущее.

Многочерпаковая машина получила распространение на работах по улучшению фарватера судоходных рек; работает и по мелиорации рек-водоприемников, но непригодна при наличии пней и корчей и неудобна для работ на спрямлениях.

Сухопутный скрепер работает у нас впервые с лета 1929 г., и суждение о нем преждевременно.

Производительность изготавливаемых в Германии фирмой „Оренштейн и Коппель“ одночерпаковых машин характеризуется нижеследующей табличкой (по данным фирмы)*:

Модель машины	Емкость черпака	Производительность за 10 час.		
		Легкий грунт	Средний	Тяжелый
4	0,5 м ³	400 м ³	300 м ³	200 м ³
8	1,0 "	650 "	470 "	400 "
16	2,0 "	1 200 "	800 "	600 "
32	3,0 "	1 800 "	1 200 "	900 "

ГЛАВА ПЯТНАДЦАТАЯ

РЕМОНТ ОСУШИТЕЛЬНЫХ КАНАВ

При производстве изысканий с целью осушения земель постоянно замечаются старые заплывшие каналы, часто в виде только небольших прямолинейных углублений, проведенные много лет тому назад.

Канавы эти, в свое время хорошо исполнявшие свое назначение, постепенно, вследствие отсутствия надзора, отсутствия периодических ремонтов, заилились, быстро зарастали различными растениями, и местность около них в конце концов вновь заболачивалась. В тех местах, где это явление происходило в лесных пространствах, можно легко по приросту, в особенности у сосны и ели, проследить сначала влияние осушки, при которой замечается резкое увеличение прироста, а затем влияние постепенного заболачивания, которое обнаруживается постепенным уменьшением прироста.

Можно утверждать, что напрасными являются затраты на производство работ по осушке земель, если исполненные работы не будут постоянно поддерживаться в надлежащем виде: в большинстве случаев работы эти, без дальнейших мероприятий по их постоянному ремонту, являются предприятием коммерчески невыгодным, в особенности при осушке лесных пространств, где увеличенные вследствие осушки доходы могут быть получены иногда только после нескольких десятилетий, в зависимости от установленного хозяйственным планом оборота рубки. Как установила практика, технически правильно проложенные каналы могут правильно функционировать постоянно только при условии периодической и надлежащей их очистки с поддержанием первоначально рассчитанного и приданного им поперечного профиля.

ПРИЧИНЫ ПОРЧИ КАНАВ

В поперечном профиле всякого вновь устроенного на торфяном болоте осушительного канала тотчас же начинают изменяться первоначально приданные ему размеры и формы под влиянием причин как природных, так и искусственных, причем первые — природные причины — могут быть разделены еще на внутренние, обусловленные сущностью происходящих в болоте после его осушения физических процессов, и внешние, вызываемые воздействием внешних природных факторов.

Важным физическим процессом, наблюдаемым при проведении по торфяному болоту осушительных канав и вызывающим существенные изменения в профиле канав, является осадка торфяной массы. Неканализованное торфяное болото значительную часть года бывает обычно пересыщено водой настолько, что торф может рассматриваться в нем как тело, погруженное в воду и теряющее в своем весе столько, сколько весит объем вытесняемой им воды. Неразложившийся мох легче воды, и потому на многих болотах верхний слой торфа и моховой покров оказываются во время избытка влаги плавающими, отчего получается зыбучее болото с волнующимся

* Извлечено из книги К. Решетникова „Механизация мелиоративных работ“, 1929 г.

под тяжестью человека покровом. Торф болот травяных более богат минеральными соединениями, имеет более плотное строение и потому водою уже не поднимается, но все же при пересыщении давит на нижележащие слои водою, меньшего своего веса.

Проведением осушительных канав условия давления резко изменяются: уровень грунтовой воды понижается, верхний горизонт торфа хотя еще и остается богатым водою, но уже не является плавающим телом и потому обнаруживает давление на нижние слои торфа не только всем своим весом, но и весом той воды, которая удерживается им в силу влагоемкости. Это давление тем больше, чем дальше горизонт грунтовой воды от поверхности болота, то есть чем глубже проведенные осушительные каналы.

Из изложенного ясно также, что осадка происходит не только в слое, лежащем выше дна канав, но и в слое, лежащем ниже дна, так как и он окажется под увеличенным давлением верхних слоев. Поэтому наблюдается иногда, что на чистом дне вырытого по болоту канала появляется через некоторое время ярус пней погибшего когда-то здесь леса; по удалении их

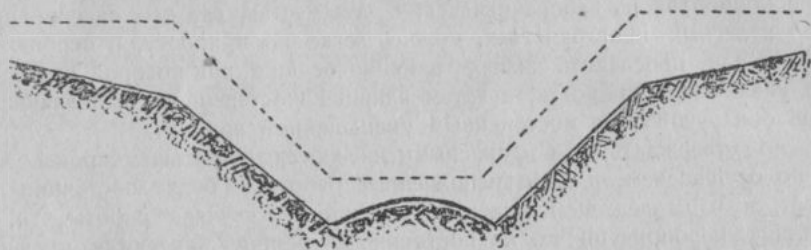


Рис. 177.

вследствие дальнейшей осадки дна открывается следующий ярус пней и т. д. Это явление наблюдалось, между прочим, в Туровской даче Мозырского уезда, где при периодическом ремонте канала Бычок и других со дна извлекалась каждый раз масса новых и новых корчей.

Принимая в соображение данное выше объяснение причины осадки болота, становится ясным, что величина ее есть производная многих факторов, из коих главнейшие:

- 1) глубина канав, обуславливающая высоту торфяного слоя, оказывающего давление на нижние слои;
- 2) глубина торфяного слоя на болоте, так как таковой садится и в части, лежащей ниже дна канав;
- 3) свойства торфа, именно вес сухого вещества его в единице объема мокрой почвы и величина влагоемкости его. Поэтому нормы осадки болот, выраженные в процентах только от глубины канав или от глубины торфяного слоя, заведомо не могут быть правильными.

Вышеописанный процесс осадки болота должен вызвать:

- 1) уменьшение глубины канавы вследствие уплотнения торфяного слоя между поверхностью болота и дном канавы;
- 2) опускание дна канавы;
- 3) искажение дна канавы, выражающееся обычно в стремлении принять выпуклую форму (рис. 177); это явление выпирания дна складывается из двух явлений:
 - а) Отставания — вся прилегающая к канаве толща торфяного болота под влиянием веса осушенного слоя опускается, самое же дно канавы, на

которое тяжесть этого слоя не оказывает влияния, может опускаться только вследствие связности торфяной массы дна с массой всего болота; если связность велика, а дно достаточно широко, то оно принимает выпуклую форму; если же связность торфа мала, то на дне скопляется жидкая масса торфа, оторвавшаяся от своего первоначального горизонта, который опустился на некоторую глубину.

б) Выпучивания водою; появление струи воды, выпирающей дно, объясняется опять-таки процессом осадки болота. Из слоя торфа, лежащего выше дна канавы, вода преимущественно стекает в канаву, из слоев же, лежащих ниже дна канавы, вода под влиянием уплотнения торфа выдавливается в канаву через площадь дна ее и напором подымает дно в связном торфе.

Изложенные причины деформации профиля канавы действуют, понятно, в большей степени в первые 2—4 года после осушения болота, за какое время канавы на торфяном болоте, даже не подвергаясь повреждениям внешних факторов, теряют иногда до половины своей глубины и заполняются со дна илом; в связи с этим откос канавы становится значительно положе первоначально сделанного.

Торфяные откосы канав претерпевают повреждения, не говоря об обвалах их в случае несоответствия отлогости их со связностью грунта, от действия мороза и воды. Поверхность откоса новой канавы, особенно в нижней части, где поступают в канаву грунтовые воды, портится при первом же морозе, так как замерзший слой откоса, отогреваемый с внутренней стороны подходящими из почвы к каналу грунтовыми водами, теряет связь с незамерзшей массой торфа и сваливается комочками или плитками на дно канавы; откос как бы шелушится; после естественного задержания откоса прекращается и его шелушение.

Движущаяся по канавам вода производит в них механическую работу, выражающуюся в отрывании и увлечении частиц земли со дна и откосов. Особенно скоро поддается разрушению водою песчаный грунт; песчаные откосы канав подмываются водою снизу при весьма малой скорости течения и даже под влиянием только волн, образующихся в канавках при ветре. Откос, подмываемый снизу, обрушивается по вертикальной плоскости на дно канавы или уносится водою вниз, или при малой скорости течения остается на месте, вызывая застой воды в верхней части канавы. Ущерб от размывания причиняется не только на месте размыва дна и обвала откосов, но и ниже этих мест, выражаясь в отложении наносов в тех местах, где скорость воды оказывается недостаточной для влечения частиц земли, смытых с вышележащих участков канав. Иногда эти наносы заполняют канаву совершенно и выносятся даже на берега ее.

Разрушение канав водою происходит также при вливании ее в канавы через боковые воронки, что наблюдается на болотах, хотя и не часто, так как большая часть воды из болота поступает в канавы просачиванием через дно и стенки их. При вливании через воронки разрушаются как самая воронка, так и откос и дно канавы. Размывонки разрушаются как самая воронка, так и откос и дно канавы. Размывание поверхности движется всегда снизу вверх, то есть против течения воды; в обыденной обстановке это наблюдается хорошо на земляных водообводных канавках при плотинах, на дорогах с большим уклоном и оврагах, где каждый образовавшийся небольшой уступ начинает увеличиваться, двигаясь вверх и образуя в конце концов большую промоину; вызывается это струей воды, которая, падая с уступа, разбивается о нижний горизонт воды или о самое дно русла и, расходясь конусом, бьет под основание уступа; когда часть уступа, подмытая водой,

обвалится, то вода, падая на обвалившийся кусок, бьет рикошетом еще с большою силою в основание уступа, вызывает новый обвал и т. д. Подобным процессом все воронки осушительных канав, по которым движется верховая вода, размываются, начиная с устья; отмываемая земля отлагается ниже по каналу.

Из изложенного вытекает, что для того, чтобы избежать занесения каких-либо участков канавы землею, следует проектировать их с таким расчетом, чтобы скорость воды в них была или на всем протяжении одинакова, или увеличивалась по мере приближения к устью.

Не менее велик ущерб, приносимый канавам и слишком малою скоростью движения воды в них; такие канавы быстро зарастают водяными растениями, которые делают течение еще более медленным, и такая канава, заполняемая водою, затягивается растительным ковром подобно всякому водоему на болоте со стоячей водою.

Зарастание канав по наблюдениям И. П. Петрова в Дмитровском у. Московской губ. происходит преимущественно следующими травами: хвощ топяной (*Equisetum heleocharis*), рогоз широколистный (*Thypha latifolia*), частуха болотная (*Alisma Plantago*), водоплав пильчатый (*Stratiotes aloides*), водокрас плавающий (*Hydrocharis morsus ranae*).

Особенно быстро идет зарастание канав в плодородной воде, стекающей с полей и идущей по канаве тонким слоем.

Малая скорость воды в чистой канаве вызывается малым уклоном дна канавы и слишком большой шириной канавы по дну. Первую причину при малых длинах канав можно иногда устранять приданием дну искусственного уклона путем постепенного углубления канавы от верховья ее к устью, вторая же причина есть следствие неосторожного проектирования работ, преимущественно на почве придавания слишком большого значения недостаточным выясненным нормам стока воды с единицы площади. Наибольший сток с больших бассейнов, а на болотах и с малых, наблюдается во время весеннего таяния снегов, когда за полмесяца и менее того стекает весь запас зимних осадков.

Рассчитанные по преувеличенным нормам канавы работают продуктивно только весной и во время летних паводков, большую же часть года вода по канаве движется малою струею, которая заметна только при узком дне, при широком же дне канава принимает вид стоячего водоема, и потому такое дно, рассчитанное на воду весеннюю, является летом отличным угодием для разрастания водяных растений и следовательно затягивания канавы.

Чем уже дно, тем заметнее движение воды по нему, тем труднее оно зарастает травами, тем меньше на нем осаждаются ила и тем дольше следовательно не требуется ремонта. Наиболее долговечным сечением осушительных канав являются узкое дно и пологий откос.

Искусственные причины засорения осушительных канав не требуют подробного рассмотрения, так как общеизвестны; это — устройство кладок на уровне воды для перехода через канаву, заваливание канав хворостом и сеном для переезда, заторы из травы, хвороста и бревен, принесенных водою сверху, устройство заграждений из хворостяных плетней для ловли рыбы в канавах, заваливание канав бревнами и обрубками при мочке льна, разрушение откосов при нерездах, при водопое и перегоне скота, при сплаве леса и т. п.

Изложенные причины порчи осушительных канав могут быть сведены и классифицированы в следующей таблице:

А. Природные причины

Чем причиняется порча	№ № по порядку	В чем порча заключается	
а) Внутренние физические процессы в торфяной массе. Осадка болота.	1)	Уменьшение глубины новых каналов через 3—4 года после их прорытия на 20—30% вследствие значительного уплотнения верхнего слоя торфа.	
	2)	Появление на торфяном дне каналов, вследствие опускания его, пней и стволов погибшего в прежнее время на болоте леса.	
	3)	Появление на дне каналов, вследствие опускания его, ила из отставших от остальной массы торфа мелких частиц.	
	4)	Искажение откосов каналов вследствие большей осадки поверхностного слоя торфа, чем слоя, лежащего на горизонте дна.	
	б) Внешние физические процессы. Движение воды по каналу.	5)	Размывы песчаного дна и подмывы откосов, обваливающихся в канал.
		6)	Осаждение взмученных частиц грунта в местах замедления течения воды.
	Стеkanie воды в канал.	7)	Попадающая с поверхности болота в канал вода размывает откосы его, грунт которых отлагается затем на дне.
		8)	Шелушение откосов и сползание их на дно.
	Мороз.	9)	Зарастание водными растениями дна канала, вызывающее повышение уровня воды в каналах как непосредственно своею массой, так и вследствие увеличения осадения взмученных в воде твердых частиц грунта.
		10)	Зарастание древесными породами откосов и берм каналов.
Растительность.			

Б. Искусственные причины

а) Вызываемые эксплуатацией каналов

Сплав леса.	11)	Плывущий по каналам связанный в плоты лес, ударяясь в откосы и при большой воде в кавальеры, разрушает их; разрушение увеличивается гонщиками, упирающимися с плотом шестью в берега каналов.
-------------	-----	---

Сплав леса.

12) Во время остановок сплаваемого леса скорость воды между и под бревнами значительно увеличивается, вследствие чего дно канала под глубоко погруженным остановленным плотом размывается. Вынесенный из-под плота грунт отлагается затем ниже по течению.

Движение вдоль каналов.

13) Отдельные бревна продолжительно пльвущего по каналу плота пропитываются водою, тонут и остаются неизвлеченными в каналах.

Ловля рыбы.

14) Берма прорытых по болоту каналов становится всегда тропой для людей и животных. В сырое время под тяжестью человека и животных земля с бери сползает на откос и иногда вместе с откосом обваливается на дно.

15) Для ловли рыбы устанавливаются в канавах и речках поперечные плотины и плетни-язы с узким проходом посредине.

б) Вызываемые недостаточным надзором или умыслом

Перегон и водопой скота.

16) По осушенным болотам пасется скот, который, переходя канал или подходя к нему для питья, портит кавальеры, бермы, откосы и дно.

Переезды.

17) Вследствие недостаточного количества мостов через каналы, особенно на сенокосных угодиях, населением устраиваются временные переезды наброскою в каналы бревен, хвороста и сена, которые затем обратно из каналов не извлекаются.

Переходы.

18) Для перехода населением набрасываются в каналы кладки, обрубки и пр., возле которых вследствие замедления течения воды отлагается мусор и ил, и образуется мель.

Побочные пользования.

19) Нагружаемый для мочки в каналы лен придавливаются пнями, обрубками, камнями и пр., которые затем остаются в канавах и частью уносятся большою водою на некоторое протяжение вниз.

ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАЗМЕРОВ КАНАВ

В 1923—1925 гг., частично трудом студентов, а главным образом на средства Белорусского наркомзема, были произведены на значительном протяжении попикетные промеры осушительных канав, прорытых в довоенное время; точные первоначальные размеры на каждом пикете и годы прорытия канав были известны по сохранившимся актам.

Результаты измерений сведены в следующую таблицу:

Место работ	Род грунта	Изменение в процентах			За сколько лет	Промерено	
		Глубины	Ширины по верху	Площади сечения		Пикетов	Сажений
Белоруссия							
Глинкинская лесная дача . . .	мох. торф.	+31	-9	-31	9	69	3 286
Пышачская лесная дача . . .	мох. торф.	-28	-6	-27	11	135	6 247
Долина р. Мокрянки	перех. торф.	-26	+19	-	11	228	10 290
Домбровская лесная дача . .	луг. торф.	-34	+33	-23	14 и 15	211	9 599
Пышачская лесная дача	минер. гр.	-18	-1	-12	11	166	7 522
						809	36 944

Каждое отдельное измерение производилось грубо, так как берега и дно старых каналов ясных очертаний не имеют, но массовое измерение, именно в 809 точках, должно дать сглаженный результат.

Всматриваясь в эту таблицку—результат многих поездок и хождений, можно высказать следующие заключения о технической порче осушительных канав с течением времени:

1) глубина новых осушительных канав в моховом торфянике за 10 лет после прорытия их уменьшилась на 29%, в луговом торфянике за 11—15 лет уменьшилась на 30%, в минеральном грунте уменьшилась за 11 лет на 18% от первоначальной. Первоначальная глубина была около 1,2 м;

2) ширина по верху новых канав на моховом торфянике уменьшилась за 10 лет на 7%, на луговом торфянике за 15 лет увеличилась на 33% вследствие пастбы скота, на минеральном грунте уменьшилась на 1%;

3) площадь поперечного сечения каналов или объем их уменьшились: в моховом торфянике—за 10 лет на 28%, в луговом—за 15 лет на 23%, в минеральном грунте—за 11 лет на 12%;

4) так как дно старых канав зарастает травами и мхами, сильно затрудняющими движение воды, то полезная глубина канав через 10 лет после прорытия их уменьшается в большем проценте от первоначальной, чем показывают вышеприведенные числа. Предположительно и грубо в среднем можно принять, что через 10 лет после прорытия осушительной канавы по торфяному болоту, моховому или травяному, полезная глубина ее уменьшается на 50%.

Х. Писарьковым были произведены аналогичные промеры канав в Карело-Мурманском крае через 1 и 2 года после прорытия их в пу-

шице-сфагновом торфе; уменьшение первоначальной глубины канав выразилось следующими процентами:

Средняя проектная глубина канав	Изменение глубины в процентах от первоначальн.	Число измеренных сечений
0,66 м	—11,8	56
0,87 "	—16,6	79
1,01 "	—17,4	246
1,20 "	—18,7	265

Таблица показывает, что с увеличением первоначальной глубины канав усадка их увеличивается не только по абсолютной величине, но и процентно.

Отсюда ясно, что открытые каналы требуют частого ремонта. Различают беглый и капитальный ремонт.

ПРОИЗВОДСТВО РЕМОНТНЫХ РАБОТ

Капитальный ремонт имеет целью устранение результатов действия природных факторов: осадки торфяного болота, движения воды в канал и по каналу, мороза и пр., т. е. придание поперечному сечению каналов первоначальных размеров, уменьшившихся под влиянием указанных природных факторов. Поэтому капитальный ремонт должен состоять в сплошном углублении обмелевшего вследствие осадки торфа и наносов сверху канала или в укреплении размывших мест его.

Таковой ремонт по причинам своим необходим первый раз через 5—8 лет после проведения нового канала, когда закончится в главнейшем осадка болота. Следующий капитальный ремонт может быть произведен уже не ранее 15 лет после первого.

Беглый ремонт имеет целью устранение повреждений каналов от порчи искусственной: сплава леса, ловли рыбы, переездов, перегонов, переходов и пр., и состоит преимущественно в удалении из канала посторонних предметов и местных обвалов. Таковой ремонт, как указала практика, целесообразно производить через каждые четыре года.

Изложенное указывает, что ни капитальный, ни частый беглый ремонт заменить друг друга не могут, и их необходимо производить на всех каналах примерно в следующем порядке:

Через 4 года после прорытия	беглый ремонт
" 8 лет "	капитальный ремонт
" 12 " "	беглый "
" 16 " "	" "
" 20 " "	" "
" 24 " "	капитальный "
" 28 " "	беглый "

и т. д., повторяя беглый ремонт через 4 года и капитальный через 16 лет.

По данным практики беглый ремонт обычно производился с расходом в среднем 25 рублей на километр ремонтируемых каналов.

Нормы расхода на капитальный ремонт установить невозможно, и в большом хозяйстве для этой работы производятся вновь промеры каналов, и вычисляется объем выемки из них.

При капитальном ремонте казенных крупных осушительно-сплавных каналов расход на 1 км в довоенное время составлял 150—250 рублей.

Для поддержания в должном порядке осушительной сети необходимо также постоянно следить за состоянием водоприемника и принимать меры по очистке речек от наносов, засорений, а также не допускать устройства каких-либо заградений, запруд и т. п., могущих вызвать подпор в осушительных канавах, а также и заболачивание прилегающей местности.

При производстве ремонтных работ необходимо, насколько возможно, освободить каналы от воды; для этого устраивается предварительно на ка-

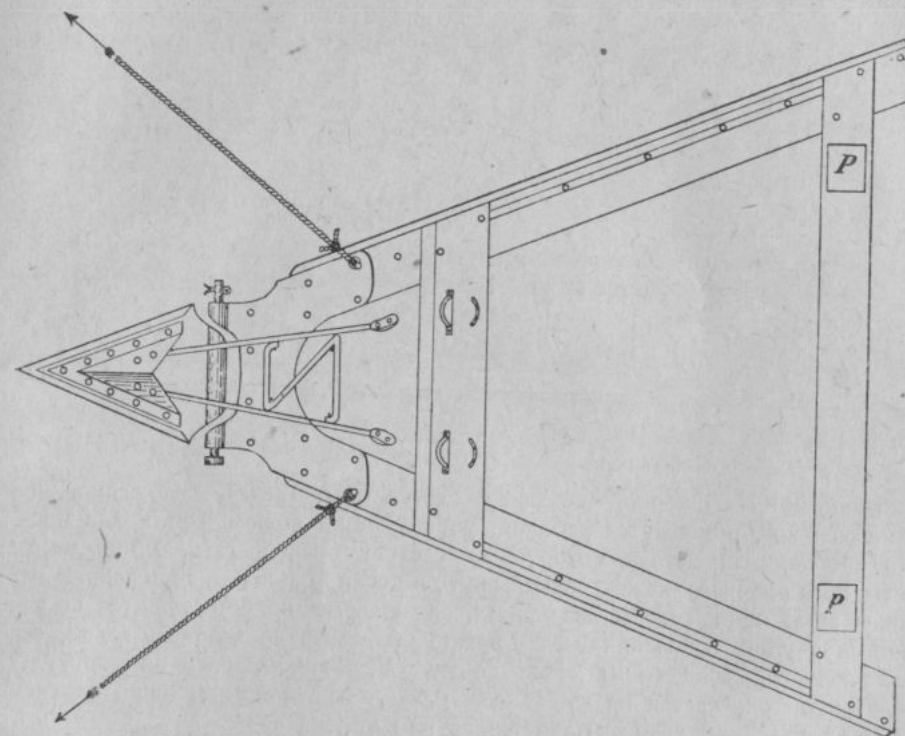


Рис. 178-а.

наве с проточной водой запруда (перемычка) на таком расстоянии выше от начала работы, чтобы за то время, когда работа будет доведена до запруды, она как раз наполнилась водою. Практически это рассчитать возможно только ощупью и сводится к тому, что запруда устраивается метров на 500 выше начала работы; затем эта запруда при доведении до нее работы или при переполнении водою разбирается, и выше ее устраивается следующая, и т. д. В некоторых случаях бывает возможен отвод воды из канавы на сторону, в соседнюю канаву, старое русло и т. п. Перемычки устраиваются земляные, дощатые и брезентные, и вообще работа ведется теми же приемами, что и прочистка и углубление рек.

При беглом ремонте находят значительное применение железные грабли с длинными зубьями для вырывания растений с корнями со дна канав и для извлечения хвороста, сена, камней и т. п. предметов.

Для вычерпывания ила и других наносов применяют совок и черпак.

Д. Довбня предлагает* следующий прибор (рис. 178) для беглого ремонта канав в виде треугольной рамы, построенной из дерева тяжелой породы.

В своей вершине рама имеет подвижной резец в форме трехгранной пирамиды. Резец этот построен из листового железа, а нижняя его грань — из листовой стали, так как она несет функции режущей плоскости и имеет заточенный выступающий край. Резец вращается на горизонтальной оси при помощи ручек, подобных ручкам плуга. Равнобедренные стороны рамы снабжены выступающими ножами, которые имеют форму полос и прикрепляются к раме болтиками. Этими же болтиками иногда необходимо прикреплять к раме уголок железный, если рама построена из слабого леса и

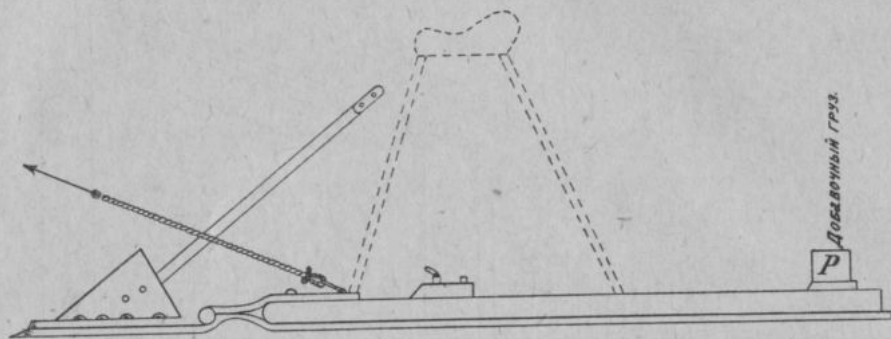


Рис. 178-б.

дает прогиб. На широкой поперечной доске (рис. 178-а), снабженной петлями для ног, помещается рабочий, управляющий ножом. Петли для ног — это необходимая деталь, которой не следует пренебрегать. Во время работы нога рабочего может соскользнуть с доски и попасть под нож. В вершине рамы прикреплены два каната, за которые прибор тащится по дну. Иногда в углах основания бывает нужно поместить добавочные грузы, если вес рабочего, стоящего на доске, не дает должной нагрузки прибору.

Прибор опускается на дно канала и двумя лошадьми или двумя партиями рабочих (по 3—5 человек) тянется за или против воды.

Выбор направления зависит от обстоятельств работы: глубины воды в канале, скорости течения ее и количества водорослей. При движении против воды удобнее прорезывать склоненные водоросли, но зато они, массами навешиваясь на рабочего, стесняют его движения и затрудняют ход прибора. Движение за водой при наличии подвижного резца дает работу по качеству не хуже, так как наклоном резца вниз весь прибор погружается в толщу наносов и срезывает водоросли ниже поверхности дна. Срезанные водоросли вместе с отложившимся илом всплывают и уносятся течением в реку, если таковая служит приемником вод, или же отлагаются на специально отведенных для этого участках канала, если имеется опасность засорить приемник.

Когда вода в канале холодна и нельзя рисковать здоровьем рабочего, то его помещают на особом сидении, как это показано на рис. 178-б пунктиром. Ручки резца при этом соответственно удлиняются.

* „Мелиорационный журнал“, 1914 г.

Преимущества и особенности описанного прибора можно выразить следующим: нож захватывает и очищает сравнительно большую полосу поверхности дна; благодаря подвижному резцу возможно углубляться в толщу наносов, срезать водоросли и приводить во взвешенное состояние осевший нанос; коэффициент полезного действия высок, если сравнить работу прибора с работой такого же количества рабочих, потребных для движения прибора, но вооруженных косами и лопатами. Кроме того прибор планирует дно,

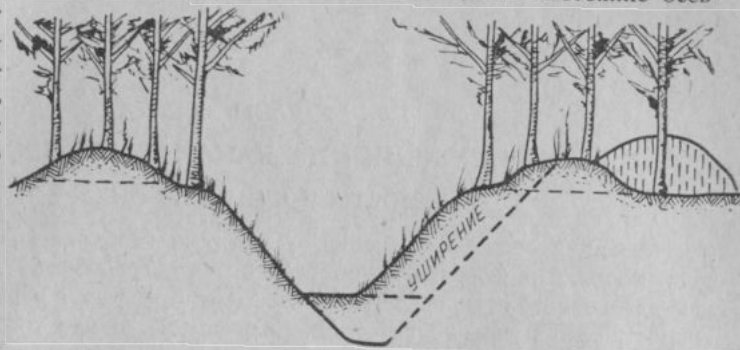


Рис. 179.

что очень важно для предотвращения образования новых наносов. В заключение необходимо отметить, что удачный выбор пропорций и размеров прибора является одним из факторов успеха.

При беглом ручном ремонте задернелые откосы канав вовсе не следует трогать.

При капитальном ремонте значительных каналов должны получить распространение малого типа землечерпалки, так как корни деревьев здесь обычно уже бываю извлечены при рытье канавы, приток воды для движения машины обеспечен, откосы канала могут оставаться без ремонта.

Относительно вырубки разрастающихся по откосам, бермам и кавальерам канав кустарников возможны противоположные суждения. Зарастание краев канавы кустарником и затенение им откосов и дна уменьшают рост травы на откосах и дне, лучше предохраняют дно канав от промерзания, затрудняют доступ пасущемуся скоту, — все это содействует лучшей работе канав.

Но, с другой стороны, кустарник, скопляя в себе снег и затрудняя его таяние, уменьшает пропускную способность канав в весеннее время, когда на поверхности болота снег уже растаял, а канавы и особенно воронки заполнены снегом. Кроме того быстро растущий на бермах канав жердняк ломается наносами снега и засоряет канаву.

При необходимости уширения по дну и по верху старых канав с установившимися и задернелыми откосами и с берегами, заросшими лесом, следует выяснить, не лучше ли будет произвести все уширение в сторону одного из откосов, оставляя другой откос без изменения (рис. 179). Этим сохранится уже задернелый старый откос, станет излишней большая рубка деревьев по одному из берегов, и избежится перекидка одного из старых кавальеров по берегу канала; при этом, помимо экономии в работе, не будет нарушена в минеральном грунте и устойчивость одного из откосов. С осторожностью следовало бы испытать этот прием и при углублении старых канав.

ГЛАВА ШЕСТНАДЦАТАЯ
СООРУЖЕНИЯ НА КАНАЛАХ И ДОРОГИ
МОСТЫ И СМЕТЫ НА НИХ

На местах пересечения каналов с дорогами необходимо строить для переезда мосты. Промедление в постройке мостов вызывает порчу каналов, так как для возможности переезда и перегона через них в каналы наваливаются хворост, сено и прочие посторонние предметы. Ввиду того, что осушительные каналы не имеют поперечных сечений особо больших размеров, то и мосты на них строятся обычно простейшей балочной конструкции, указанной на помещаемых ниже чертежах. На местах впадения боковых каналов в магистраль устраиваются переходы для людей из 2—4 толстых сколоченных жердей с перилами по одной стороне из того же материала; чем больше устроено мостов и переходов, тем надежнее каналы предохранены от порчи.

Длина моста. Отверстие моста — расстояние между крайними сваями — определяется обычно шириною канала по верху с прибавлением запаса по обе стороны. Отверстие моста через регулируемую речку устанавливается сообразно с пролетами существовавших мостов, имея в виду однако, что по канализованной речке после ливней будут проходить большие массы воды, чем ранее по засоренному руслу.

Если никаких данных на месте о необходимой величине пролета моста через речку собрать нельзя, то величина пролета определяется вычислением, в зависимости от площади бассейна реки перед мостом, следующим простейшим способом:

Площадь бассейна в кв. километрах	Коэффициент, на который надо умножить площадь для получения живого сечения весенней воды в кв. метрах
50 до 100	0,28
100 " 300	0,24
300 " 500	0,20
500 " 1000	0,18

Пример. Какое должно быть отверстие моста при глубине воды под ним в 1,2 м и при площади водосбора в 75 км²?
 Живое сечение весенних вод:

$$75 \times 0,28 = 21,0 \text{ м}^2.$$

Так как глубина воды под мостом по заданию равна 1,2 м, то отверстие моста:

$$21,0 : 1,2 = 17,5 \text{ м}.$$

При площадях водосбора менее 50 км², когда наибольший расход дают ливневые, а не весенние воды, расчет отверстия моста производится более

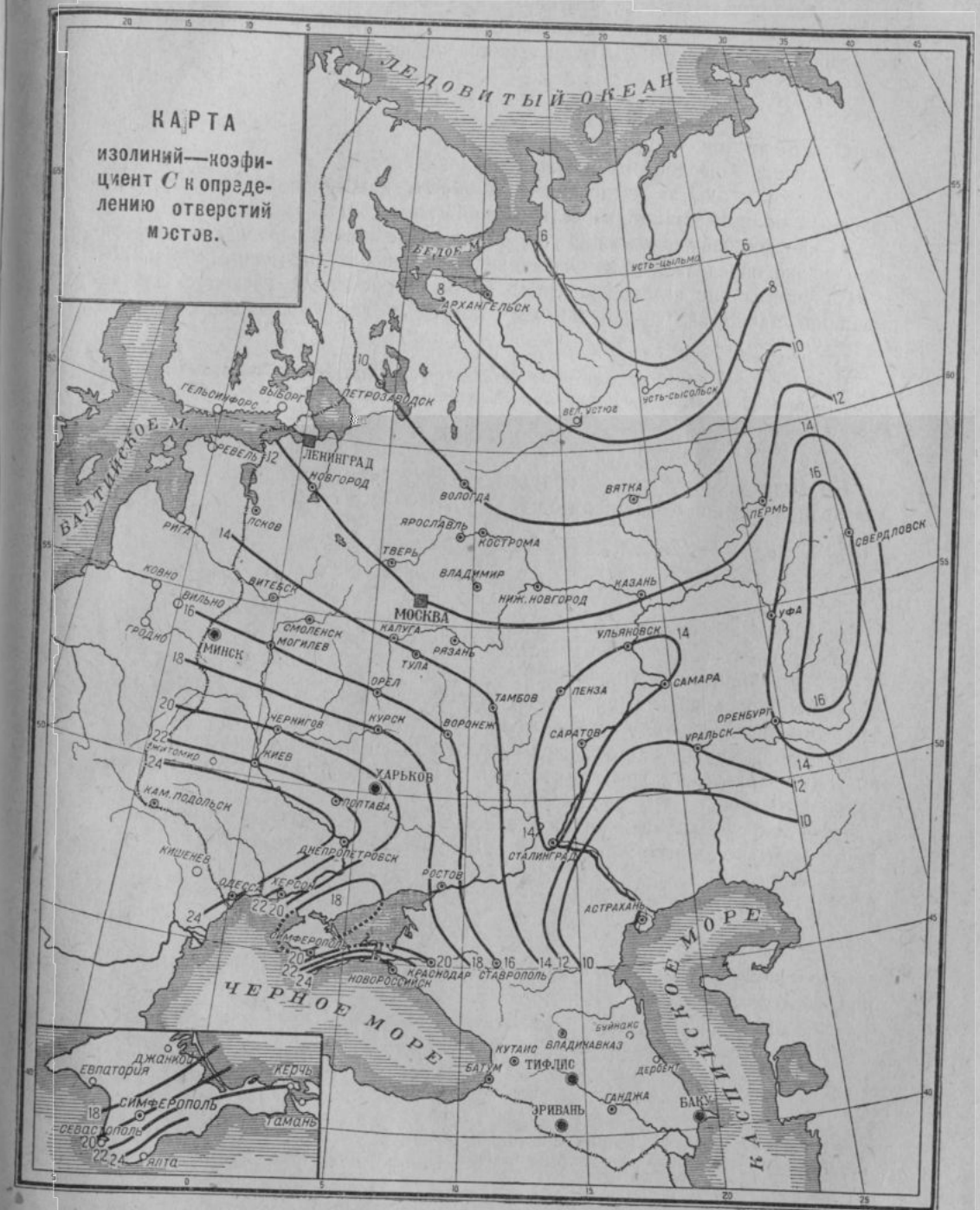


Рис. 180.

сложно, согласно правилам, установленным Народным комиссариатом путей сообщения приказом от 22 сентября 1928 года.

Расчетный объем притекающей к мосту ливневой воды при площади водосбора не свыше 50 км² определяется по формуле:

$$Q = C \cdot a \cdot F,$$

где Q есть приток воды в кубических метрах в секунду,

F — площадь водосбора в квадратных километрах,

C — сток с одного квадратного километра водосборной площади, определяемый по прилагаемой карте изолиний (рис. 180),

a — коэффициент, зависящий от длины водосборной площади и продольного уклона, определяемый из нижепомещаемых двух таблиц (на стр. 269 и 270).

Получаемый по вышеприведенной формуле расчетный расход Q для водосборов площадью свыше 20 км², покрытых лесом, возможно снижать на 20%.

Пример. На какой расход воды надлежит рассчитать отверстие моста под Новгородом при площади водосбора в 25 км², длине в 11 км, среднем продольном уклоне 0,0005?

$$Q = 12 \times 0,03 \times 25 = 9 \text{ м}^3.$$

По вычисленному таким образом расходу воды находится по формуле гидравлики размер отверстия моста:

$$b = \frac{Q}{m(a + \frac{2}{3}h) \cdot v}$$

b — ширина отверстия в метрах,

Q — расход воды в секунду в куб. метрах,

m — коэффициент сжатия — 0,90,

a — глубина воды в потоке до устройства моста, устанавливаемая преимущественно опросом местных людей и наблюдениями,

v — допускаемая скорость воды под мостом в метрах в секунду; в предупреждение размывов грунта скорость желательно принимать не превышающей 2 метров;

h — допускаемая величина подпора воды в метрах перед мостом; при скорости воды под мостом в 2,0 метра h вычисляется из равенства:

$$h = \frac{v^2}{2 \cdot g} = \frac{4}{2 \times 9,81} = 0,20 \text{ м.}$$

Подставив в вышеприведенную формулу указанные цифровые значения, получаем ее в виде:

$$b = \frac{Q}{0,9(a + \frac{2}{3} \cdot 0,2) \cdot 1,5} = \frac{Q}{1,35a + 0,18}$$

Пример. Какой ширины должно быть отверстие моста для пропуска 33 куб. метров воды в секунду при глубине потока до постройки 1,2 метра?

$$b = \frac{33}{1,35 \cdot 1,2 + 0,18} = 5 \text{ м.}$$

Значение коэффициента a при величине C меньше или равной 12

Уклон Длина бассейна км	Значение коэффициента a при величине C меньше или равной 12											
	0,100	0,050	0,020	0,015	0,010	0,008	0,006	0,005	0,004	0,003	0,002	0,001
0	1,25	1,2	1,15	1,1	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,25	0,2
1	1,125	1,08	1,035	0,990	0,90	0,72	0,51	0,450	0,35	0,270	0,225	0,18
2	0,938	0,90	0,863	0,825	0,75	0,60	0,45	0,375	0,30	0,225	0,188	0,15
3	0,688	0,66	0,633	0,605	0,55	0,41	0,33	0,275	0,22	0,165	0,138	0,11
4	0,563	0,54	0,518	0,495	0,45	0,36	0,27	0,225	0,18	0,135	0,104	0,083
5	0,463	0,444	0,423	0,407	0,37	0,295	0,222	0,185	0,144	0,108	0,083	0,066
6	0,396	0,380	0,365	0,349	0,317	0,251	0,185	0,154	0,120	0,090	0,069	0,055
7	0,350	0,366	0,322	0,308	0,272	0,218	0,159	0,132	0,103	0,077	0,059	0,047
8	0,313	0,300	0,282	0,270	0,238	0,191	0,139	0,116	0,090	0,068	0,052	0,041
10	0,250	0,240	0,225	0,216	0,190	0,152	0,110	0,093	0,072	0,054	0,041	0,033
12	0,209	0,200	0,188	0,180	0,159	0,127	0,093	0,077	0,060	0,045	0,035	0,028
14	0,179	0,171	0,161	0,154	0,135	0,109	0,079	0,066	0,051	0,039	0,030	0,024
16	0,157	0,150	0,141	0,135	0,119	0,095	0,069	0,058	0,045	0,034	0,026	0,021
18	0,139	0,133	0,125	0,120	0,105	0,085	0,062	0,051	0,040	0,030	0,023	0,018
20	0,125	0,120	0,113	0,108	0,095	0,076	0,055	0,046	0,035	0,027	0,021	0,017

Уклон Длина бассейна км	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
	0,001	0,23	0,18	0,15	0,11	0,09	0,074	0,053	0,056	0,050	0,042	0,035	0,030	0,026	0,023
0,002	0,25	0,225	0,183	0,138	0,113	0,093	0,079	0,070	0,063	0,053	0,046	0,039	0,035	0,031	0,028
0,003	0,30	0,270	0,225	0,163	0,135	0,111	0,095	0,084	0,075	0,063	0,053	0,049	0,043	0,038	0,034
0,004	0,44	0,35	0,30	0,22	0,18	0,148	0,127	0,112	0,100	0,084	0,073	0,065	0,060	0,053	0,048
0,005	0,5	0,45	0,375	0,275	0,225	0,185	0,159	0,140	0,125	0,105	0,092	0,082	0,075	0,068	0,061
0,006	0,6	0,54	0,45	0,32	0,27	0,222	0,190	0,168	0,150	0,126	0,110	0,098	0,090	0,082	0,075
0,008	0,8	0,72	0,60	0,44	0,36	0,296	0,254	0,224	0,200	0,168	0,146	0,131	0,120	0,109	0,100
0,010	1,0	0,90	0,75	0,55	0,45	0,37	0,317	0,28	0,250	0,210	0,183	0,161	0,150	0,136	0,125
0,015	1,1	0,990	0,825	0,605	0,495	0,407	0,349	0,308	0,275	0,231	0,201	0,180	0,165	0,150	0,138
0,020	1,15	1,035	0,863	0,633	0,518	0,426	0,365	0,322	0,288	0,242	0,210	0,189	0,173	0,156	0,144
0,050	1,2	1,08	0,90	0,66	0,54	0,444	0,380	0,336	0,300	0,252	0,220	0,197	0,180	0,163	0,150
0,100	1,25	1,125	0,938	0,688	0,563	0,463	0,396	0,350	0,313	0,263	0,229	0,205	0,188	0,170	0,156

Величину a , расчетную глубину воды в потоке, если известны наибольший расход воды Q , уклон ложбины и профиль поперечного сечения ее, возможно вычислять подбором по основным формулам:

$$v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{J} \text{ и } Q = v \cdot F.$$

Именно, предполагаем какую-либо глубину потока; определяем по поперечному профилю живое сечение и смоченный периметр при этой глубине,

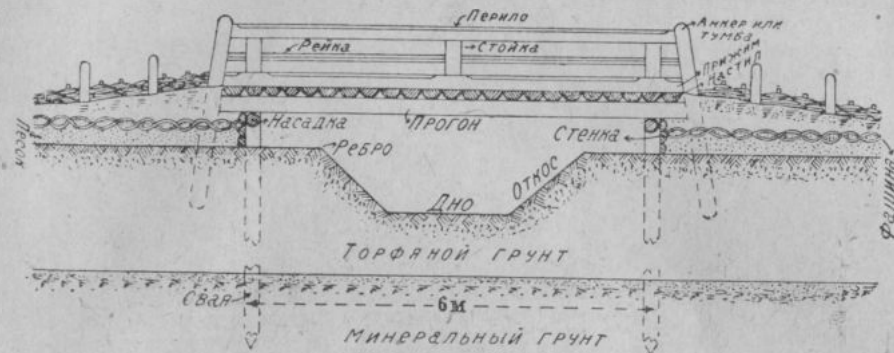


Рис. 181-а.

вычисляем гидравлический радиус R , вставляем эту величину в формулу $v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{J}$, вычисляем скорость v и наконец расход воды $Q_1 = F_1 \cdot v_1$. Если вычисленный таким образом расход окажется больше или меньше, чем вычисленный ранее наибольший расход Q по площади водосбора, то глубину a уменьшают или увеличивают, до тех пор пока при

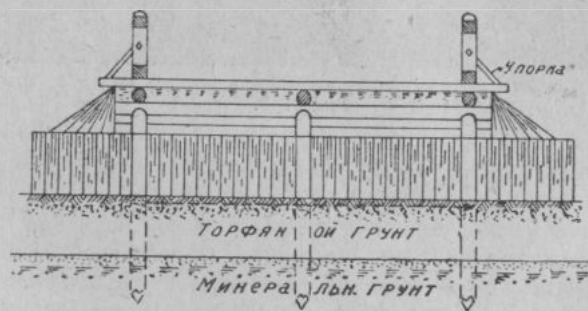


Рис. 181-б.

принятой глубине расходы воды, вычисленные по площади водосбора и по скорости воды, совпадут; эта глубина и принимается затем для расчета отверстия шлюза.

Ширина моста определяется в зависимости от значения дороги: на лесо-сеновозных и проселочных дорогах достаточна ширина между прогонами в 4 м, на дорогах трактовых необходима ширина в 6, 8 и даже 10 м.

Высота моста. Настил моста и поддерживающие его прогоны балки должны быть выше горизонта самых высоких весенних вод, устанавливае-

мого опросом местных людей и по следам воды на деревьях, зданиях, на прежних сваях, склонах долины и пр.

На сплавных каналах балки моста должны быть для свободного прохода леса еще на 0,75 м выше, чем только что указано. Поэтому настил моста на осушительно-сплавном канале всегда значительно выше поверхности земли, и для переезда через мост необходимо устройство специальных въездов.

Сваи мостовые располагаются на канавах таким образом, чтобы по середине канавы, в предупреждение задержания хвороста, сена, бревен и т. п. плывущих в воде предметов, никаких свай не приходилось. На сплавных



Рис. 182.

каналах это правило совершенно необходимо с тем еще добавлением, что пролет между сваями должен быть по возможности не менее ширины поверхности воды в канале во время сплава и никак не менее 6 м.

Въезды. К каждому мосту на торфяном грунте необходимо устройство коротких гатей-въездов. Въезды устраиваются с продольным уклоном поверхности не круче 0,1 (при высоте 1 м длина 10 м), лучше же в 0,05. Для устройства въездов укладываются поперек дороги хворостяные фашины или просто хворост слоем 30—45 см, который засыпается с утрамбовкой грунтом, вынутым из канавы вдоль въезда; поверх этого насыпается слой песка.

Необходимо иметь в виду, что при осадке болота осядет и въезд, настил же свайного моста останется на прежней высоте; поэтому на второй год оказывается необходимым производить на въезд дополнительную насыпку земли. Бока въезда устраиваются с полукруглым откосом и для предохранения от размыва разливающейся по болоту водой и от порчи скотом укрепляются хворостяными плетнями.

Тип принятых к постройке через осушительные каналы мостов и названия частей изображены на рис. 181.

На мостах длиной менее 6 м перил можно не устраивать.

Сортименты материала для постройки прочных мостов употребляются в практике нижеследующие:

	Ширина моста 4,3 м					
	Пролет 4,3 м			Пролет 6,4 м		
	число	длина	размер	число	длина	размер
На сваи брев. дубов.	6	4,3 м	диам. 22 см	6	4,27 м	диам. 27 см
„ насадки брев. соснов. . .	2	4,97 „	„ 22 „	2	,33 „	„ 27 „
„ прогоны „	3	4,97 „	„ 27 „	3	7,04 „	„ 31 „
„ настил пластин	28	5,34	толщ. 11 „	40	5,33	толщ. 11 „
„ прижимы бревен соснов. .	2	4,97 „	диам. 22 „	2	7,04 „	диам. 22 „
„ стенки ряжевые	6	4,97 „	„ 13 „	8	5,33 „	„ 12 „
„ тумбы брев.	4	3,20 „	„ 22 „	4	3,20 „	„ 22 „
„ перила (стойки, рейки, брусья)	—	—	—	5	7,49 „	„ 18 „
„ столбики вдоль въездов	20	2,13 „	„ 9 „	20	2,13 „	„ 13 „
Въезды { хвороста	40 м ³			50 м ³		
{ кольев ивовых	50	14,1 „	„ 7 „	100	1,41 „	„ 7 „
На сделание бабы для забивки свай—бревен дубовых	1	1,41 „	„ 31 „	1	1,41 „	„ 31 „

Сваи желательно делать из дубового материала, остальные части моста—из соснового материала. Если прогоны делаются из брусев, то их надлежит вытесывать из бревен с таким расчетом, чтобы ширина бруса относилась к высоте как 5:7 (если высота бруса например 28 см, то ширина 20 см).

Количество материала и ход работы по постройке мостов видны из приводимых ниже смет.

При постройке мостов длиной свыше 6 м конструкция их определяется в зависимости от грузов, которые они должны выдерживать, и выбирается из специальных руководств по постройке мостов*.

Мост длиной около 20 м через осушительный сплавной канал может быть построен конструкции, указанной на рис. 182.

В случае возможности перевозки через мост отверстием в 4 м и 6 м особых тяжестей должна быть произведена проверка прочности его по формулам строительной механики.

* Руководство по устройству и содержанию земских дорог, Г. В. Розен, 1912 г. и др.

18 Дубах А. и Спарро Р. Осушение болот.

Смета на постройку моста длиной в 6,4 м, шириною в 4,3 м
ной даче Мозыр

№ по по- рядку	Описание материалов и работ	Основание рас- чета количества рабочих и мате- риалов
2	<p>Для срубки вышеозначенного количества бревен и хвороста в хвойном лесу средней густоты, очистки от сучьев с уборкой их, оскобления коры и укладки в кучи потребно рабочих:</p> <p>На сваи $0,15 \times 6 \times 2 = 1,80$ § 105 и 135, прм. 2</p> <p>„ насадки $0,15 \times 2 = 0,30$ § 105.</p> <p>„ прогоны $0,205 \times 3 = 0,62$ § 105.</p> <p>„ настил и прижимы $0,105 \times 22 = 2,31$ § 105.</p> <p>„ стены ряжевые $(0,66 \times 8) : 100 = 0,53$ § 102-в.</p> <p>„ тумбы $0,105 \times 2 = 0,21$ § 105.</p>	Урочное полож. для строитель- ных работ.

заготовкою лесного материала на него в Туровской лес-
ного округа

Потребное количество		Стоимость				Примечания	
Рабочих		Единицы		Всего			
пеших	конных	Р.	К.	Р.	К.		
		Материал					
		Шт.	6	1	26	7	56
			1	—	73	—	73
			2	—	88	1	76
			3	2	75	8	25
			20	—	63	12	60
			2	—	81	1	62
			8	—	07	—	56
			4	—	37	1	48
			5	—	59	2	95
			20	—	02	—	40
			100	—	01	1	00
			50 м ³	—	3,4	1	70

На корню по таксе, уста-
новленной Лесным отделом
предписанием
от.....
за №.....

перилы $0,37 \times 8 = 0,48$ § 102-в.
столбики при въездах $(0,33 \times 10) : 100 = 0,33$ § 102-в.
кольев для укрепления $(1,7 \times 50) : 100 = 0,85$ § 102-в.
хвороста $0,2 \times 50 = 1,00$ § 102-в.

Всего рабочих § 105 и 135, прм. 2
§ 105 и 135, прм. 2
§ 105 и 135, прм. 2

№ по порядку	Описание материалов и работ	Основание расчета количества рабочих и материалов	Потребное количество		Стоимость				Примечания	
			Рабочих		Материал.	Единицы		Всего		
			пеших	конных		Р.	К.	Р.		К.
	насадок $221 \times 2 =$	442 кг								
	прогонов $418 \times 3 =$	1 254 „								
	настила $161 \times 20 =$	3 220 „								
	прижимов $229 \times 2 =$	458 „								
	стен $120 \times 20 =$	400 „								
	тумб $89 \times 4 =$	356 „								
	перил $166 \times 5 =$	830 „								
	столбиков $20 \times 20 =$	400 „								
	кольев $5 \times 66 =$	330 „								
	хвороста $205 \times 50 =$	10 250 „								
		Всего 19 601 кг								
	Потребно однокояных подвод: $\frac{19\ 601}{1\ 000} \times 0,13 \times 1,60 \times 1,25 = 5,10$	§§ 676, 687 и 689	5,10							
4	Для сделания ручной дубовой бабы с укреплением обручей и ручек потребно: плотников $1 \times 2 = 2,00$ обручей железных 2, каждый по 2,7 кг	§§ 122-6 и 135, прим. 2	2,00		5,4 кг					
5	Для заострения 6 круглых дубовых свай толщ. 22 см, с образованием верха и насаживанием бугеля, потребно: плотников $0,06 \times 6 \times 2 = 0,72$	§§ 140 и 135, прим. 2.	0,72							
6	Для забивки 6 свай ручной бабой в обыкновенный грунт на глубину до 4,3 м потребно: плотников $0,08 \times 6 \times 2 = 0,96$ рабочих $0,33 \times 6 \times 2 = 3,96$	§ 144-а.	0,96 3,96							
7	Для зарубания на 6 дубовых сваях шипов и выдалбливания в свайных насадках соответствующих гнезд потребно: плотников $0,1 \times 6 \times 1,5 = 0,90$	§§ 138-д и 135, прим. 2.	0,90							
8	Для положения на место насадок и прогонов с врубкой их вполдерева, всего на $5,2 \times 7,0 = 36,4$ м ² , потребно: плотников $0,9 \times 36,4 = 3,27$	§ 654-б.	3,27							

№ по порядку	Описание материалов и работ	Основание расчета количества рабочих и материалов	Потребное количество		Стоимость				Примечания	
			Рабочих		Материал	Единицы		Всего		
			пеших	конных		Р.	К.	Р.		К.
9	Для распиливания на пластины 20 сосновых бревен длиной 5,3 м, толщиной 22 см, для настила, всего 106 пог. м, с накатыванием их на козлы и устройством последних потребно: пильщиков $0,033 \times 106$	§ 137-а.	3,50							
10	На обтеску и обстружку 2 бревен длиной по 7,0 м, толщиной 22 см, с 3 сторон, на прижимные брусья потребно: плотников $(0,014 + 0,0097) \times 3 \times 7,0 \times 2 = 1,02$	§ 135-г.	1,02							
11	Для настила сверх прогонов пластинами моста на площади $5,2 \times 7,0$ м ² с притеской, врубанием и прикреплением их прижимными брусьями потребно: плотников $0,22 \times 5,2 \times 7,0 = 8,01$	§ 654-в.	8,01							
12	Для положения на место стенок с присыпкою их землей, всего $5,2 \times 0,52 \times 2 = 5,41$ м ³ , потребно: плотников $0,22 \times 5,41 = 1,19$	§ 654-в.	1,19							
13	Для слежания обыкновенных перил высотой 1 м с двумя брусками и укреплением их болтами, всего 14,2 м, потребно: плотников $0,24 \times 14,2$ болтов или ершей длин. в 18 см $1 \times 14 = 14$ ш. весом 4 кг	§ 654-г.	3,41		4 кг					
14	Для вырытия в обыкновенном грунте ям диаметром 0,7 м, глубиной 0,7 м, для 4 тумб с постановлением их в ямы, обделкою верха конусом, с нарубанием шипа в прижимных брусках и выдалбливанием гнезд в тумбах, засыпкою их и плотной утрамбовкой, потребно: плотников $0,25 \times 4 = 1,00$	§ 152.	1,00							
15	Для устройства с обеих сторон моста въездов из фашин и земли высотой у моста 0,70 м, шириной 5 м и длиной 110,7 м, потребно земли $5 \times 10 \times \frac{0,70}{2} \times 2 = 35$ м ³ ; для копания 35 м ³ растительной земли из резервов потребно: землекопов $0,20 \times 35 = 7,00$	§ 30-б.	7,00							
16	Для перевозки 35 м ³ земли на расстояние в среднем до 100 м, весом $35 \times 1140 = 39\,900$ кг, потребно: одноконных подвод $\frac{39\,900}{1\,000} \times 0,051 \times 1,25 = 2,54$	§ 673. §§ 676 и 689.	2,54							

	Основание рас- чета количества, рабочих и мате- риалов	Потребное количество		Стоимость		• Примечания
		Рабочих пеших	«	Единицы	Всего	
	Для заготовления 70 двукомельных фашин длиной 5,3 м, тол- щиной 30 см, с перевязкой их через 1 м, необходимо:					
	рабочих 0,168X70 = 11,76					
		§ 84-в,				
13	Для положения 70 фашин на место с забивкой 20 столбиков по бокам необходимо:					
	рабочих 0,05 X 70 = 0,35.....					
		§.94				
19	Для разравнивания 35 м* земли на месте свалки с тщательной утрамбовкой необходимо:					
	землекопов 0,1 X 35 = 3,5					
		§ 43-в.				
20	На сделание без подсыпки землей по бокам въездов плетневых заборов длиной 10 м по каждой стороне каждого въезда, всего длиною 40 м, высотой у моста 0,9 м и у начала въезда 0,20 м, необходно:					
	рабочих 0,035X40=1,40					
		§ 95-а.				
ОБЩАЯ ПОТРЕБНОСТЬ:						
	ПЛОТНИКОВ					
	пильщиков.....					
	землекопов					
	рабочих	4				
	одноконных подвод					
1	железных поковок.....					
	лесного материала согласно вышеисчисленному					
21	На вспомогательные расходы 2°/0					
		§ 7.				
22	Отчисления на соцстрах и культработу 11° 0					

ШЛЮЗЫ И СМЕТЫ НА НИХ

Для задержания воды в канавах, в целях поддержания уровня ее на благоприятной для роста растений высоте, для затопления сенокосов весной

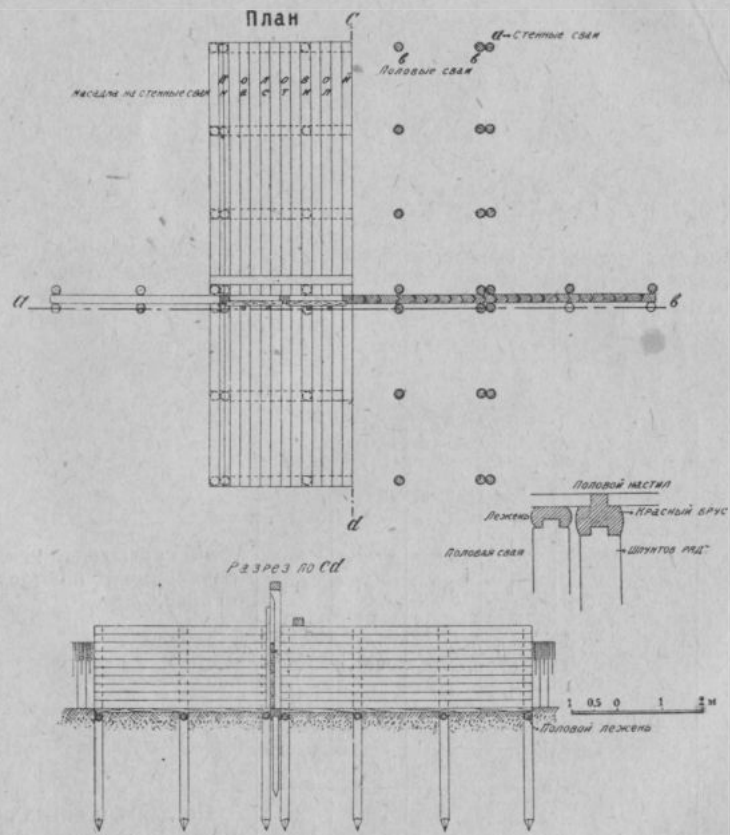
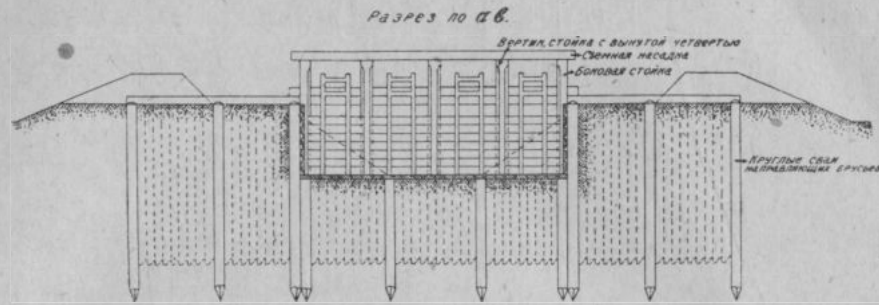


Рис. 183.

ними водами из канав, для направления движения воды из реки в каналы и распределения ее по осушительно-оросительной сети и наконец для улучшения условий сплава леса по каналам, устраиваются шлюзы, или иначе водоспуски.

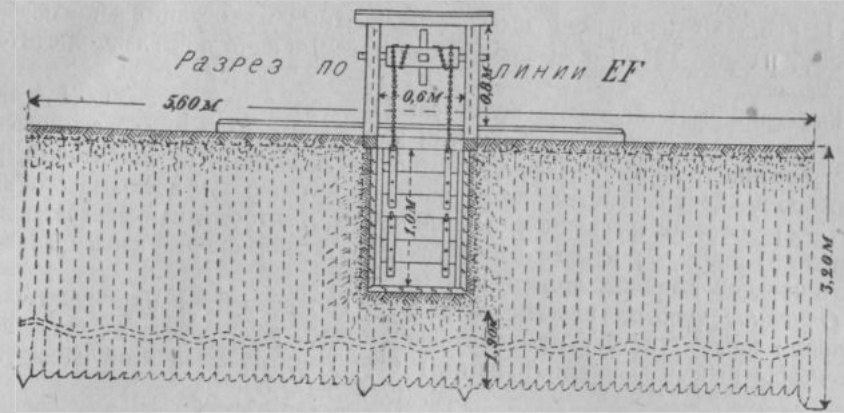


Рис. 184-а.

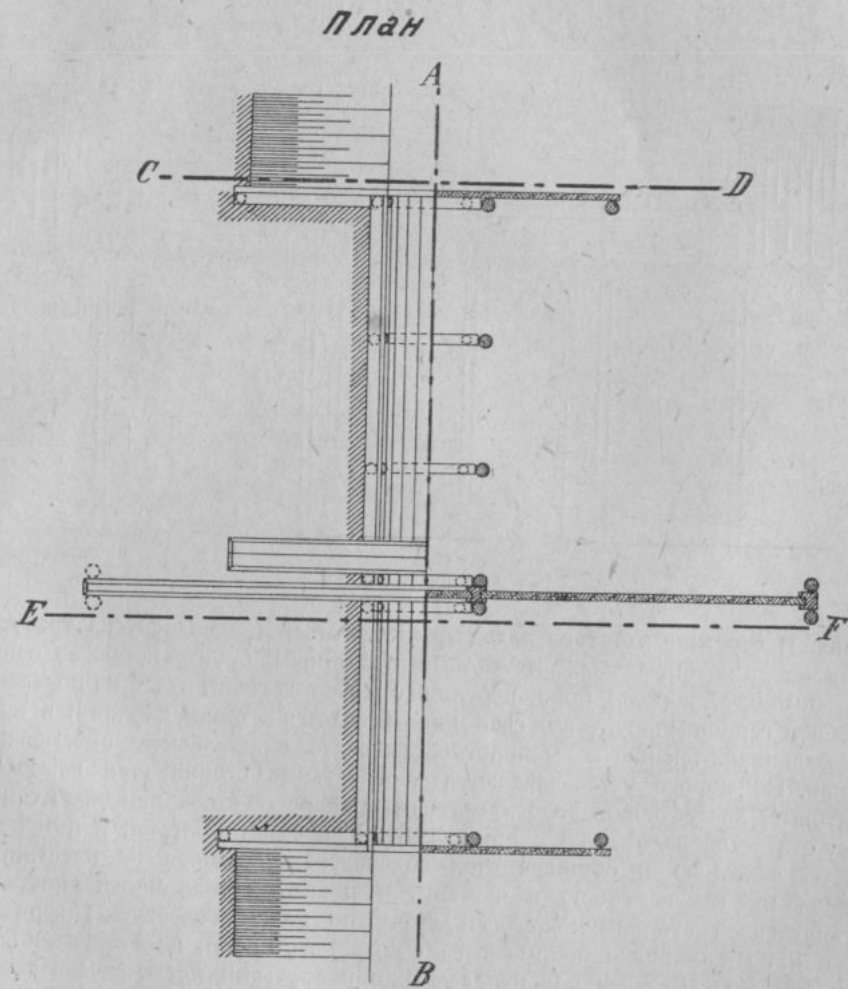


Рис. 184-б.

На рис. 183 изображен шлюз, устраиваемый на осушительно-сплавных канавах, на рис. 184-а, б — шлюз, проектируемый на осушительно-оросительных канавах.

Главными частями шлюза являются: 1) забитый поперек канала в твердый грунт шпунтовый ряд из пластин или бревен, 2) порог (иначе красный брус, король), к которому крепятся затем щитовые стойки, 3) щитовые стойки и щиты, 4) ростверк из свай с насадками на них, к которым прикрепляется пол, 5) пол, 6) стены, 7) крылья водоспуска, 8) укрепление дна канала на верхней и нижней сторонах водоспуска.

Описание шлюза. Показанный на рис. 183 водоспуск на осушительно-сплавном канале состоит из одного шпунтового ряда брусчатых свай, забитых между направляющими (рамными) брусками, положенными на круглых

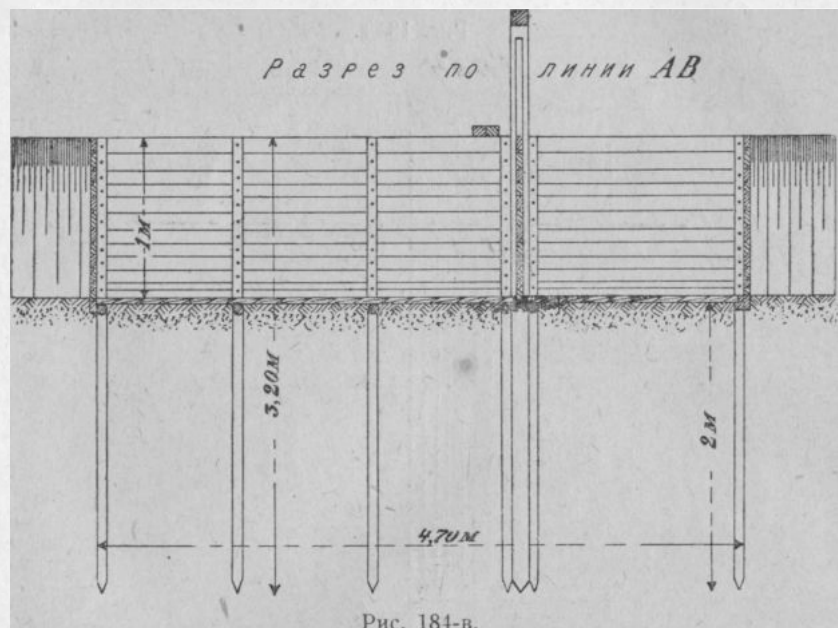


Рис. 184-в.

сваях. В середине забитого ряда вырезается отверстие водоспуска требуемых размеров, в котором укладывается 32-сантиметровый брус — порог водоспуска (красный брус, король); порог плотно насаживается своим пазом на обделанные гребнем вершины шпунтовых свай и притягивается к сваям скобами; в предупреждение протекания воды порог насаживается с прокладкой просмоленной пакли. На пороге устанавливаются вертикальные стойки (так называемые щитовые) для затворов водоспуска; две крайние из стоек пригоняются к бокам отверстия водоспуска и притягиваются к сваям болтами; к ним пригоняется плотную и обшивка стен водоспуска, сделанная из пластин, соединенных между собою в четверть и прибитых железными костылями с внутренней стороны к круглым сваям по бокам водоспуска; верх этих свай и край обшивки покрываются сверху пластинами, положенными в виде насадки. Круглые сваи под направляющими брусками после снятия таковых подле порога подрубаются, и на них кладутся насадки (лежни) в уровень

с другими лежнями, служащими для прикрепления пола; сваи по крыльям шпунтового ряда обыкновенно оставляются. На верх шпунтового ряда по крыльям водоспуска кладутся насадки с пазом, в который входит гребень свай. Поверх вертикальных стоек кладется особая насадка, съемная на случай разборки средних стоек при сплаве леса. Поперек водоспуска положен один или два съемных прогона служащих для прохода и для упора средних стоек. Края боковых стоек несколько выступающих из-за стеной обшивки, обшиваются шинным железом для предохранения их от размочаливания ударами сплавляемого леса. Затвор для воды — в виде деревянных щитов на раме, прислоняемых к стойкам. Длина пола водоспуска перед шпунтовым рядом 3—4 м, позади — 7 м. Откосы канала при соединении с водоспуском закругляются, вымощиваются камнем или выкладываются дерном, или укрепляются плетнем на кольях (изложено по статье Е. Оппокова в „Технической энциклопедии“).

Описанный и изображенный на рис. 183 шлюз имеет существенные недостатки. Поднятие вверх щитовых затворов требует больших хлопот, а

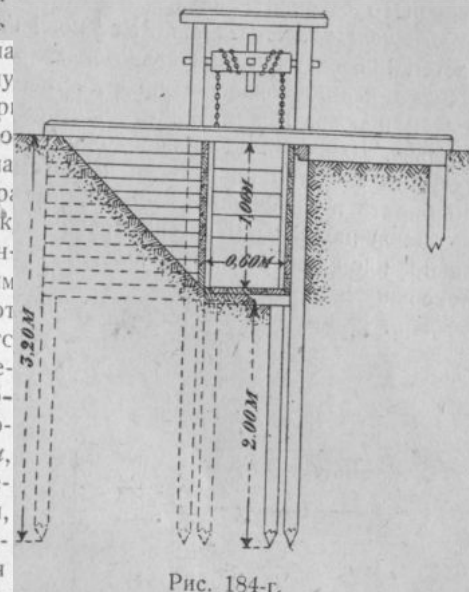


Рис. 184-г.

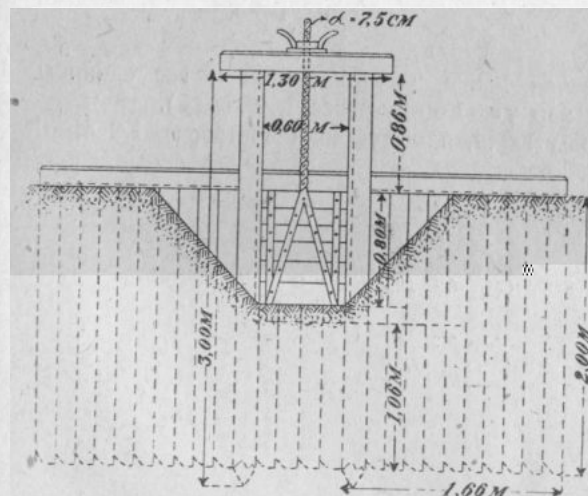


Рис. 181-д.

в случае покоса стоек, разбухания дерева, примерзания, — совсем непосильно. Вынимание стоек для пропуска леса и затем постановка их не выполняются, и водоспуски оказывались или вообще без стоек, или со стойками, препятствующими проходу леса. Поэтому выработка типа затвора на осушительно-сплавном канале является насущной задачей гидротехников.

Правильное проектирование шлюза на значительном канале кропотливо и за отсутствием надежных данных обычно довольно произвольно. Проектирование состоит из: 1) определения наибольшего количества воды, проходящего через место постройки, 2) вычисления отверстия шлюза, 3) расчета частей шлюза. Определение наибольшего количества воды, которое должен пропускать шлюз, может производиться по тем же основаниям, что и при расчете мос-

тов. Но в практике возможно поступать значительно проще: именно придают прямоугольному отверстию шлюза площадь, равновеликую площади поперечного сечения канала.

Расчет частей шлюза. Установленные практикой обычные размеры всех частей шлюза на осушительно-сплавном канале указаны в смете (стр. 288). Однако в обоснованном проекте необходимо приводить основные расчеты частей шлюза: толщины щитов, стоек и удерживающих стойки поперечных брусьев. Для этой цели необходимо вычислять давление воды на каждую из указанных частей водоспуска и затем по формуле строительной механики подбирать поперечное сечение части.

Давление воды на стенку равно весу столба воды, основание которого равно площади стенки, а высота — расстоянию центра тяжести стенки от поверхности воды.

При прямоугольной стенке

$$D = B \cdot H \cdot \frac{H}{2} \cdot \gamma = \gamma \frac{BH^2}{2},$$

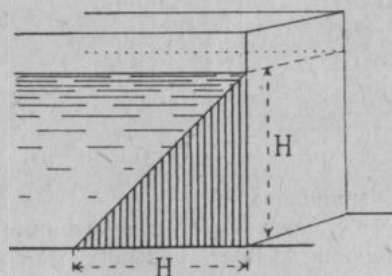


Рис. 185-а.

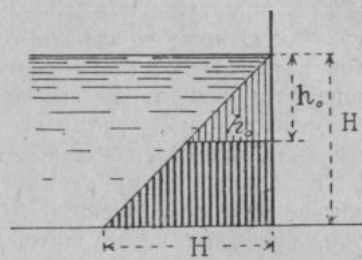


Рис. 185-б.

где B , H и γ суть соответственно длина, высота стенки и вес единицы объема воды. Для метрических мер $\gamma = 1000$ кг (вес 1 м^3 воды).

Например, если глубина воды $1,8 \text{ м}$, длина стенки (затвора) $1,2 \text{ м}$, то давление на весь затвор равно:

$$1,2 \times 1,8 \times 0,9 \times 1000 = 1944 \text{ кг.}$$

Поэтому давление воды на щит (затвор) длиной в 1 м равно: на рис. 185-а

$$P = 1000 \cdot \frac{H^2}{2} \text{ кг,}$$

на рис. 185-б

$$P = 1000 \cdot \frac{H^2 - h_0^2}{2} \text{ кг.}$$

Давление воды на доски щита (затвора) по длине их распределяется равномерно; поэтому толщина досок вычисляется по формуле для равномерно нагруженной балки:

$$M = kW \text{ или } \frac{Pl}{8} = k \cdot \frac{ba^2}{6},$$

откуда

$$a = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot P \cdot l}{4 \cdot k \cdot b}},$$

где

a — толщина доски в сантиметрах,

P — давление воды на доску в килограммах,

l — длина доски, т. е. расстояние между точками опоры ее, в сантиметрах,

M — момент изгибающий в килограммосантиметрах,

W — момент сопротивления в кубических сантиметрах,

k — допускаемое напряжение материала; по нормам Госплана СССР от 6/X 1928 г.:

для сосны 90 кг/см^2

„ дуба 110 „

„ ели 80 „

Пример. Какова должна быть толщина сосновой доски щита при среднем напоре воды в $1,2 \text{ м}$ и расстоянии между стойками (длина доски) в 2 м ?

Для вычисления принимаем ширину (высоту доски) в 1 см . Давление воды на такую доску равно:

$$1,2 \cdot 0,01 \cdot 2 \cdot 1000 = 24 \text{ кг.}$$

Толщина доски определяется по вышеприведенной формуле:

$$a = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 24 \cdot 200}{4 \cdot 90 \cdot 1}} = 6,3 \text{ см.}$$

Понятно, что при ширине доски в 2 или сколько угодно сантиметров толщина ее остается $7,8 \text{ см}$, так как такую доску можно рассматривать составленной из двух и более досок шириною в 1 см .

ПЕРЕПАДЫ

Перепады на осушительных каналах устраиваются на участках, продольный уклон которых превышает допускаемую для данного грунта и водосбора величину (см. главу „Уклон дна канав“). В этом случае создание па-

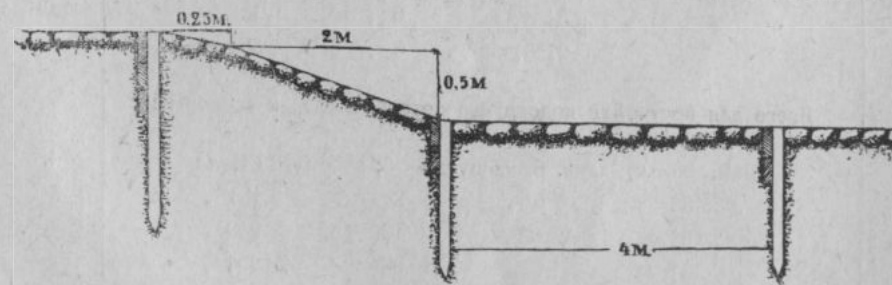


Рис. 186.

дения воды с высоты $0,5—0,7 \text{ м}$ на укрепленное ложе в одном пункте канала дает возможность придать на остальном протяжении дну канала безопасный для размыва уклон.

Типы перепадов на осушительных каналах в СССР являются практически недостаточно разработанными вследствие редкого применения их. Слабость

№ по ряду	Описание материалов и работ	§ Урочного положения	Потребное количество		Стоимость				Примечания	
			Рабочих		Материал	Единицы		Всего		
			пеших	конных			Р.	К.	Р.	К.
12	На притеску боков 36 круглых свай дл. 4 м с перерубкой пополам 18 бревен дл. 8 м, толщиной 27 см, с их заострением, и для притески боков и для заострения 14 круглых свай дл. 6 м, толщиной 27 см,— потребно плотников: $0,015 \times 18 + 36 \times 2 \times 0,017 + 36 \times 0,06 + 14 \times 3 \times 0,036 + 0,06 \times 14 = 5,25$	140 и 135.								
13	На вынутые шпунта и гребня в 67 брусках для шпунтовых свай дл. 6 м потребно плотников: $(0,026 + 0,031) 6 \times 66 = 22,57$	138-6 и в.								
14	Для заострения 67 свай потребно плотников: $0,07 \times 67 = 4,69$	140.								
15	Для сделания копра потребно плотников — 14	120								
16	Для забивки в грунт 50 круглых свай на глубину 4 м для направляющих брусков, лежней и прикрепления обшивки в иловатом грунте потребно рабочих дней $\frac{50 \times 4}{28} = 7$	141.								
17	Для сего необходимо заперщиков-плотников $7 \times 2 = 14$ " " " рабочих $7 \times 25 = 175$									
18	Для забивки на 4 м глубины шпунтовых свай потребно рабочих дней $\frac{67 \times 4}{28 \times 0,75} = 12,76$	145-ж и 141-6.								
19	Для сего необходимо плотников $12,76 \times 2 = 25,52$ " " " рабочих $12,76 \times 25 = 319$									
20	Для положения ряжевых брусков $14 \times 2 = 28$ пог. м потребно плотников $0,12 \times 28 = 3,36$	145-с.								
21	Для уравнивания верха свай под ватерпас с нарубанием гребня и шипов и положением насадки потребно плотников $28 \times 0,19 = 5,32$.	145-д.								
22	На укрепление короля дл. 6 м потребно: плотников $6 \times 0,23 = 1,38$ рабочих $6 \times 0,16 = 0,96$	253.								
23	Для сделания ростверка $5 \times 6 = 30$ пог. м потребно плотников $0,1 \times 30 = 3$	149.								
24	Для настилки $10 \times 6 = 60$ м ² пола шлюза и обшивки $10 \times 2 \times 1,7 = 34$ м ² стен водоспуска, а всего 94 м ² , потребно плотников $0,3 \times 94 = 28,2$	256.								
25	Гвоздей полукорабельных 150-миллиметровых $94 \times 16 = 1504$ штуки, весом $\frac{1504}{9,1} = 165$ кг, а с прибавлением 5%	257 и 24.								
26	Для перепиливания 3 бревен толщиной 27 см, дл. 6 м, для щитовых 5 стоек, и 7 досок дл. 6 м, толщиной 5 см, на 4 щита потребно плотников: $0,012 \times 3 + 7 \times 6 \times 0,007 = 0,38$	135-д и 139-в.								

Потребное количество	Стоимость	Примечания								
			Рабочих		Материал	Единицы		Всего		
пеших	конных	Р.	К.	Р.		К.	Р.		К.	

По справочным ценам
за месяца
..... год по.....
..... округу.

№ по порядку	Описание материалов и работ	§ Урочного положения	Потребное количество		Стоимость				Примечания
			Рабочих		Материал	Единицы		Всего	
пеших	конных	Р.	К.	Р.		К.	Р.	К.	
27	Для вынута четвертей в 5 стойках для 4 щитов при длине стоек 2,5 м и для сделания в них шипов и гнезд в насадке и в пороге потребно плотников $2,5 \times 4 \times 0,02 + 5 \times 2 \times 0,1 = 1,20$	138-а — д.	1,20						
28	Для обшивки досками 4 щитов общей площадью $1,6 \times 1,2 \times 4 = 7,68 \text{ м}^2$ потребно плотников $0,275 \times 7,63 = 2,11$	249.	2,11						
29	Гвоздей брусковых 175-миллиметровых $16 \times 7,68 = 123$ штуки, весом $\frac{123}{24} = 5 \text{ кг}$, а с прибавлением 3%			6 кг					
30	Для сделания рам для 4 щитов с общей площадью $1,6 \times 0,8 \times 4 = 5,12 \text{ м}^2$ потребно плотников $1,48 \times \frac{5,12}{9,1} = 0,83$. .	Применительно к § 204-в.	0,83						
31	Для сделания 8 стульев с 4 насадками для щитов потребно плотников $8 \times 0,25 = 2$	152.	2						
32	Для вынута под площадь пола со дна канала из средней глубины $1,4 + 0,3 = 1,7 \text{ м}$ объема земли $11,2 \times 0,6 \times 6,4 = 43 \text{ м}^3$ с устройством перемишек и водоотлива и под рамные брусья вдоль шпунтового ряда при средней глубине $\frac{1,7}{2} = 0,85 \text{ м}$ объема земли $(15,3 - 6) \times 0,8 \times 1,7 = 12,65 \text{ м}^3$ потребно землекопов $43 \times 1,1 + 12,65 \times 0,2 = 49,8$	29-в и 30-б.	49,8						
33	Для обратной засыпки примерно $2 \times 0,6 \times 1,5 \times 9 \times 5 \times 0,2 = 16,1 \text{ м}^3$ земли с плотной утрамбовкой потребно землекопов $16 \times 0,2 = 3,2$	44-а.	3,2						
34	ОБЩАЯ ПОТРЕБНОСТЬ:								
	плотников 133,81		133,81		1	80	270	86	
	пильщиков 70,12		70,12		1	80	126	22	
	рабочих 526,63		526,63		1	—	526	63	
	землекопов 43,00		43,00		1	—	43	—	
	одноконных подвод 52,80		52,80	52,80	2	—	105	60	
	лесного материала 54,789 кг, объема 34 м^3 на корню			34 м ³	2	—	63	—	
	гвоздей 180 кг			180 кг	—	20	36	—	
	На вспомогательные работы 2%	7.					1 176	31	По данным опыта работу эту можно исполнить за 900 руб.
							23	52	
35	Сумма по Урочному положению						1 199	83	
	Отчисления на соцстрах и культработу 11%						131	98	
	Всего						1 331	81	

№ по порядку	Описание материалов и работ	§ Урочного положения	Потребное количество		Стоимость				Примечания	
			Рабочих		Материал	Единицы		Всего		
			пеших	конных		Р.	К.	Р.		К.
27	Для вынута четвертей в 5 стойках для 4 щитов при длине стоек 2,5 м и для сделания в них шипов и гнезд в насадке и в пороге потребно плотников $2,5 \times 4 \times 0,02 + 5 \times 2 \times 0,1 = 1,20$	138-а — д.	1,20							
28	Для обшивки досками 4 щитов общей площадью $1,6 \times 1,2 \times 4 = 7,68 \text{ м}^2$ потребно плотников $0,275 \times 7,63 = 2,11$	249.	2,11							
29	Гвоздей брусковых 175-миллиметровых $16 \times 7,68 = 123$ штуки, весом $\frac{123}{24} = 5 \text{ кг}$, а с прибавлением 3%			6 кг						
30	Для сделания рам для 4 щитов с общей площадью $1,6 \times 0,8 \times 4 = 5,12 \text{ м}^2$ потребно плотников $1,48 \times \frac{5,12}{9,1} = 0,83$. .	Применительно к § 204-в.	0,83							
31	Для сделания 8 стульев с 4 насадками для щитов потребно плотников $8 \times 0,25 = 2$	152.	2							
32	Для вынута под площадь пола со дна канала из средней глубины $1,4 + 0,3 = 1,7 \text{ м}$ объема земли $11,2 \times 0,6 \times 6,4 = 43 \text{ м}^3$ с устройством перемишек и водоотлива и под рамные брусья вдоль шпунтового ряда при средней глубине $\frac{1,7}{2} = 0,85 \text{ м}$ объема земли $(15,3 - 6) \times 0,8 \times 1,7 = 12,65 \text{ м}^3$ потребно землекопов $43 \times 1,1 + 12,65 \times 0,2 = 49,8$	29-в и 30-б.	49,8							
33	Для обратной засыпки примерно $2 \times 0,6 \times 1,5 \times 9 \times 5 \times 0,2 = 16,1 \text{ м}^3$ земли с плотной утрамбовкой потребно землекопов $16 \times 0,2 = 3,2$	44-а.	3,2							
34	ОБЩАЯ ПОТРЕБНОСТЬ:									
	плотников 133,81		133,81		1	80	270	86		
	пильщиков 70,12		70,12		1	80	126	22		
	рабочих 526,63		526,63		1	—	526	63		
	землекопов 43,00		43,00		1	—	43	—		
	одноконных подвод 52,80		52,80	52,80	2	—	105	60		
	лесного материала 54,789 кг, объема 34 м^3 на корню			34 м ³	2	—	63	—		
	гвоздей 180 кг			180 кг	—	20	36	—		
	На вспомогательные работы 2%	7.					1 176	31	По данным опыта работу эту можно исполнить за 900 руб.	
							23	52		
35	Сумма по Урочному положению						1 199	83		
	Отчисления на соцстрах и культработу 11%						131	98		
	Всего						1 331	81		

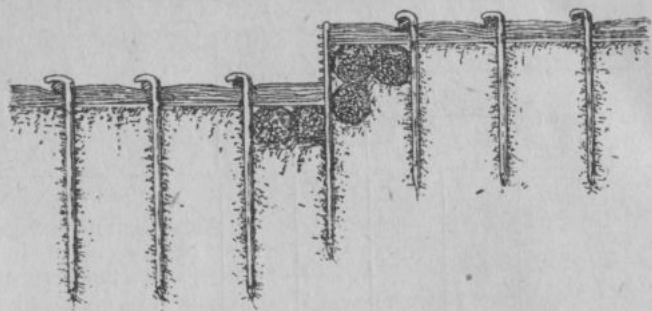


Рис. 187.

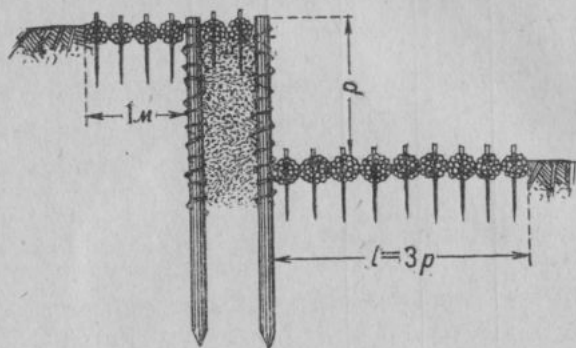


Рис. 188.

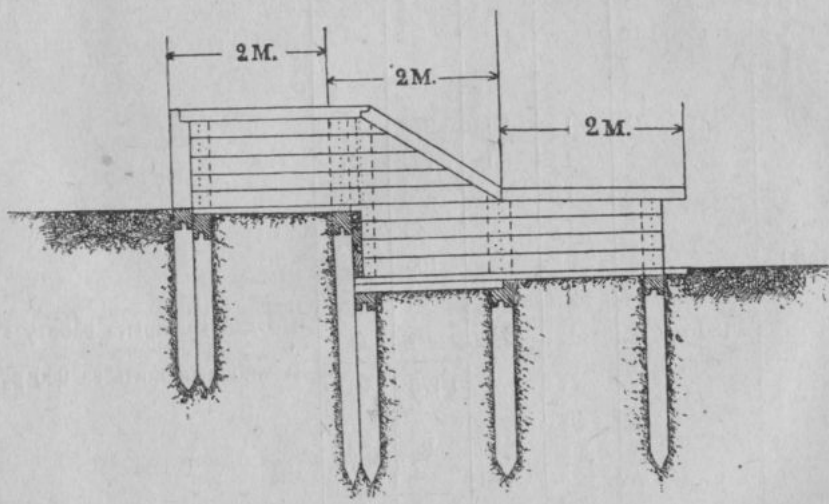


Рис. 189.

надзора и ремонта в условиях экстенсивного лесного и лугового хозяйства заставляла стремиться обойтись без перепадов, допуская в случае необходимости большой продольный уклон канав. Обычно указываемые типы укреплений дна камнем, хворостом, фашинами и досками изображены на рис. 186, 187, 188 и 189.

Вместо перепадов более надежным является устройство на каналах с большим уклоном укрепленных „быстротоков“ — протяжением 10—20 м (рис. 190). Укрепление дна и низовой части откосов на быстротоках производится укладкой продольных фашин с прикреплением их ко дну деревянными спицами. Уклон быстротока — 0,05; укрепление фашинами должно быть продолжено на 5 м ниже быстротока.

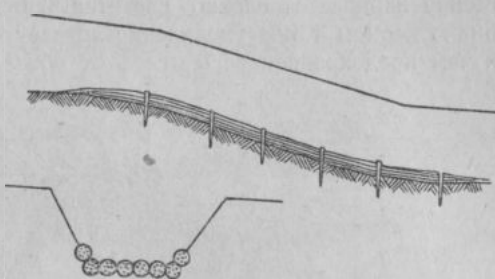


Рис. 190.

УКРЕПЛЕНИЕ ОТКОСОВ И ДНА

Движущаяся по каналу вода подмывает основание откоса. Связный торфяной грунт противостоит этому, но песчаный грунт, особенно при сильном течении воды, размывается быстро, и подмытый снизу откос обваливается на дно. Поэтому песчаные откосы магистральных канав, пропускающих большой объем воды, должны быть искусственно укреплены.

Укрепление производится хворостом, плетнем, фашинами, досками и камнем по следующим основным типам:

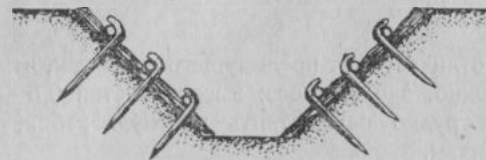


Рис. 191.

1) В лесных местностях откос выстилается хворостом, протянутым поперек течения воды, прижимаемым продольными жердями, которые прикрепляются к откосу вбиваемыми в откос анкерными кольями (рис. 191). На 20 пог. м канавы обыч-

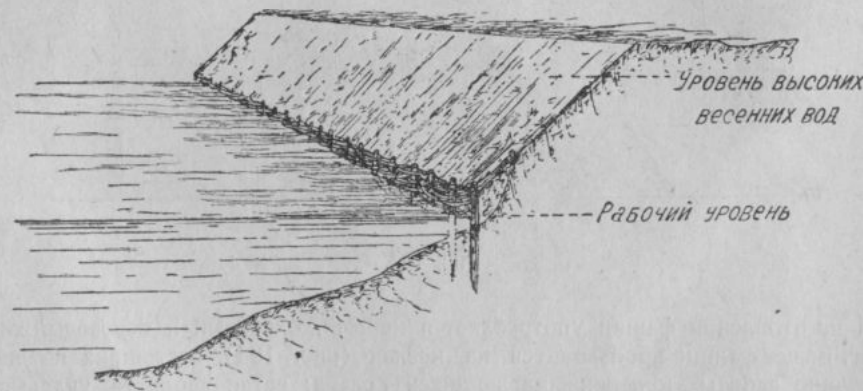


Рис. 192.

ных размеров для этого укрепления требуется 9 м³ хвороста, 30 шт. 4-метровых жердей толщиной 6—9 см и 100—120 шт. кольев с крючками длиной по 1 м. Материалом для хвороста должна служить прорастающая ива, для жердей — сосна, для кольев — всякая порода, не размочаливающаяся при забивании (не ива), лучше — сосна и ель.

2) Плетневый забор (рис. 192) высотой 0,4—0,5 м; сосновые или еловые колья толщиной 5 см забиваются у подошвы откоса на глубину 60 см в расстоянии 30 см и оплетаются плотно ивовым хворостом; за хворостяную стенку набивается плотно растительная земля или дерн. При прочной забивке дерном такое укрепление создает хорошую опору основанию откоса и тем предохраняет весь откос от обвала.

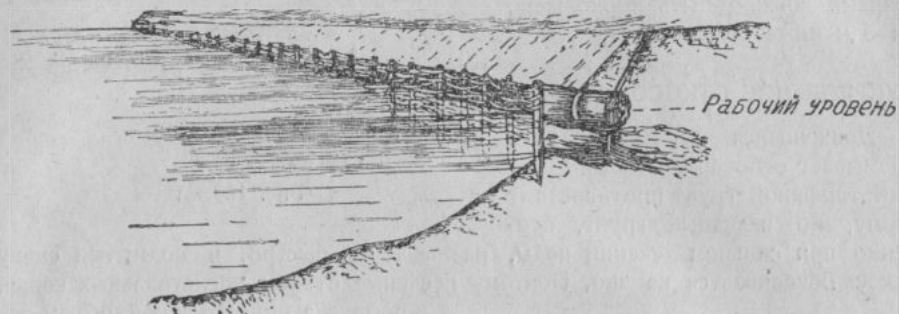


Рис. 193.

3) Плетневый забор наклонный отличается от предыдущего типа тем, что колья вбиваются в дно канала наклонно, вдоль откоса; высота плетня 0,5—1 м; при таком положении плетня трудно осуществить плотную забивку грунта между плетнем и откосом канавы.

4) Фашинное укрепление (рис. 193) отличается от плетневого забора тем, что взамен плетня у основания откоса укладывается фашина; фашина удерживается на месте кольями, вбиваемыми через тело ее в дно канавы.

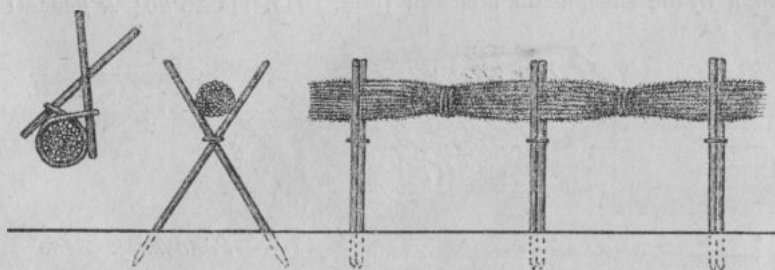


Рис. 194.

Для изготовления фашин употребляется ивовый, ольховый и березовый хворост. Вязка фашин производится на козлах (рис. 194), состоящих из двух наклонно забитых и перекрещивающихся кольев; ветви хвороста укладываются на козлах вершинами к середине. По наборке хвороста двое рабочих стягивают пук посредством веревки или цепи с рычагами, а третий в это время перевязывает место стяжки ивовой вицей; перевязка производится через каждый метр и чаще.

5) Пластинная стенка (рис. 195) из досок или пластин высотой до 1 м на сваях, забитых у подошвы откоса на глубину 1 м, покрытых насадкой; стенка засыпана землей.

6) Укрепление из булыжного камня (рис. 196) до горизонта высоких вод по полуторному откосу; у подошвы откоса забит ряд кольев, препятствующих обваливанию камня.

7) На полуторных откосах песчаного грунта удовлетворительно держатся плитки дерна, прикрепленные деревянными спицами (§§ 74—81 Урочного

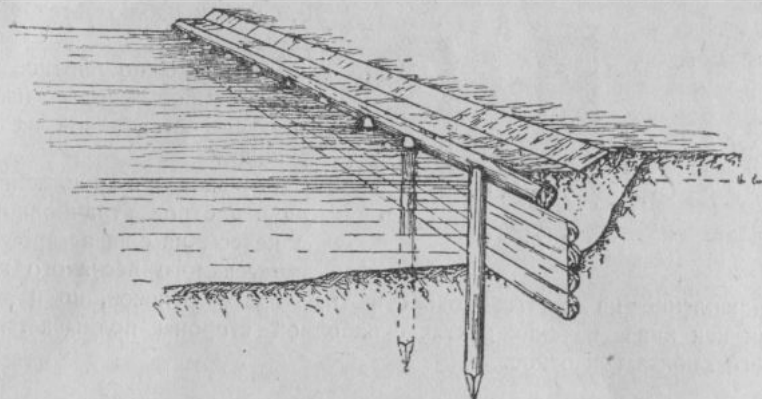


Рис. 195.

положения), если дерн накладывался свежим и прирос; на откосе, обращенном к северу, дерн приживается легко, на южном же песчаном откосе частично высыхает и обваливается.

На размытых канавах и руслах рек иногда бывает необходимо сузить поперечное сечение, чтобы получить по всему каналу одинаковую ширину,

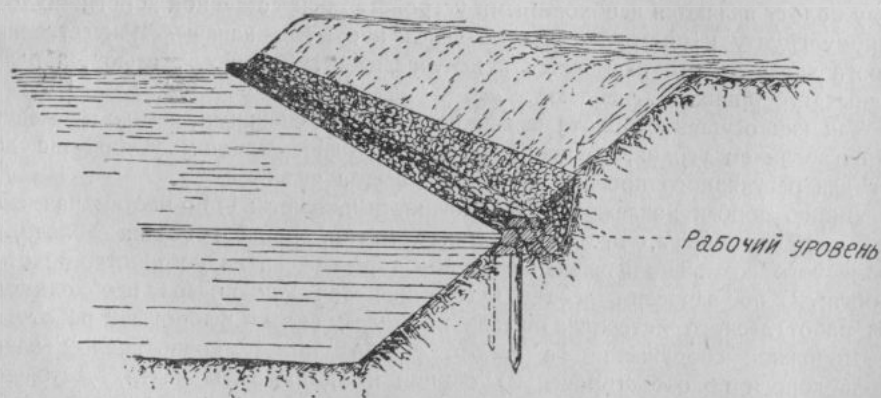


Рис. 196.

глубину и скорость воды. Делается это устройством поперечных полузапруд из двойного ряда хворостяного плетня на кольях (рис. 197) или устройством продольных по руслу плетней; между рядами плетня засыпается камень или затрамбовывается земля.

Произведенное обследование укреплений откосов водоотводных магистралей в Белоруссии показало, что значительная часть их быстро разрушается

независимо от того, какой тип укрепления был применен. Наиболее часто причиной разрушения являлась мелкая забивка плетневых кольев.

Чтобы укрепление откоса было долговечно, необходимо исполнение следующих общих для всех типов укрепления правил:

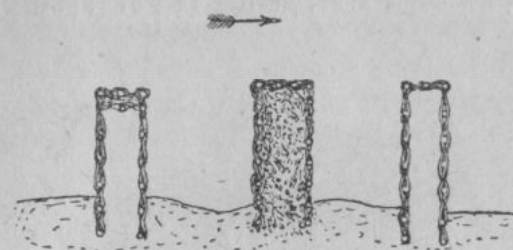


Рис. 197.

1) забивка кольев на глубину не менее 0,6 м, а не на 0,3 м, как наблюдается в некоторых местах;

2) возможно плотное оплетение сосновых кольев ивовыми прутьями со сбивкой их колотушками;

3) закладка за плетень дерна с плотной утрамбовкой его, а не сыпка с кавальеров легко вымываемого песчаного грунта;

4) укрепление на крутых поворотах не только откосов, но и дна канала, так как иначе в таких местах с набойной стороны подмывается дно, после чего сползает и откос.

УСТРОЙСТВО ДОРОГ НА БОЛОТЕ

Лишь плотный сухой торфяной грунт выдерживает тяжесть лошади и воза и потому допускает вывоз сена с болота в летнее сухое время; обычно же даже на осушенных редкой сетью канав болотах скошенное сено складывается на месте в копны, стога, которые вывозятся с болота в зимнее время.

Поэтому в случае необходимости регулярного проезда по канализованному болоту являются необходимыми устройство искусственной дороги по торфяному грунту и постройка мостов через прорытые каналы. Искусственная дорога через болото называется в центральных губерниях „гатью“, а в западных губерниях — „греблею“.

Так как осушение болота связано с более интенсивным, чем до осушения, использованием угодия, то необходимость в одновременном устройстве дороги для регулярного проезда по болоту всегда является.

Линию дороги надлежит по возможности намечать: 1) по местам наименьшей глубины торфа, так как в таких местах меньше осадка болота, и кроме того возможно извлечение из-под торфа песка на устройство полотна дороги; 2) по зарослям леса и кустарника, так как подвоз необходимого для работ лесного материала издали по болоту сильно удорожает работу.

Дорожное сооружение на болоте состоит из: 1) водоотводных канав вдоль дороги по обе стороны, 2) обочин и 3) проезжей части, состоящей из основания и одежды.

При проектировании дороги надлежит соблюдать следующие условия: 1) ширина проезжей части для возможности разъезда двух возов должна быть не менее 4 м; 2) полотно дороги желательно устраивать с продольными уклонами не менее 0,005; 3) для стока воды в поперечном направлении надлежит полотну давать выпуклость не менее $\frac{1}{50}$, т. е. при ширине полотна в 5 м середина его должна возвышаться над краями не менее как на 0,1 м; 4) необходимо обеспечить отвод воды от полотна дороги продольными и пересекающими дорогу канавами; 5) возвышение полотна дороги

над горизонтом воды в канавах должно быть не менее как на 1 м; при меньшем расстоянии полотно дороги не будет просыхать, так как испаряющаяся вода легко будет замещаться капиллярно поднимающейся из канавы; 6) осадку торфяного грунта болота и насыпной части дороги на $\frac{1}{5}$ от общей их первоначальной толщины; 7) между насыпной проезжей частью дороги и продольными канавами должна быть оставлена берма шириной не менее двух метров; 8) углы поворотов в 120° и более не требуют закруглений пути; при более крутых поворотах полотно дороги делать с закруглением радиуса 10—20 м; 9) сила тяги средней лошади равна 64 кг, коэффициент сопротивления экипажа движению на дурной грунтовой дороге — 0,10; поэтому лошадь может везти по такой дороге груз весом вместе с повозкою в 640 кг (так как $640 = 64 \times 10$). Вес средней лошади 320 кг.

Работа по устройству дороги на канализованном болоте начинается с вырубki по дорожной полосе деревьев и кустарников и срытия кочек. После этого прорываются продольные водоотводные каналы на расстоянии не менее 10 м край от края, глубиной в среднем 1 м, шириной в зависимости от потребности в торфе и песке для устройства полотна дороги, но не менее 0,6 м по дну и 3,6 м по верху (заложение откосов $1\frac{1}{2}:1$). Вынимаемый из канав торф разбрасывается на дорожной полосе.

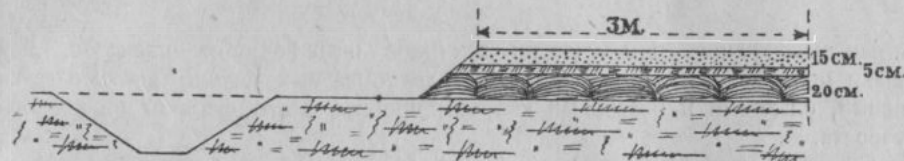


Рис. 198.

Выкопкою продольных дорожных канав с отводом воды из них в магистральные осушительные каналы рекомендуется заканчивать работы первого года на торфяном болоте; за зиму и весну осушенная толща торфа значительно уплотнится осадкой, чем предохранится расстройство искусственного полотна дороги в будущем.

Проезжая часть дороги шириною 4—6 м устраивается трех основных типов:

1) Легкий тип сеновозных дорог. На разровненную вынутую из канав землю укладывается лучше всего ивовый, березовый или ольховый и в крайнем случае хвойный хворост, слоем при уплотнении в 20 см (рис. 198); на хворост набрасывается слой торфа, возможно смешанного с песком, вынимаемого из продольных канав, для чего увеличивают ширину этих канав, насколько окажется необходимым для извлечения нужного объема земли; этот слой земли старательно разравнивают и усиленно трамбуют, чтобы он заполнил промежутки между хворостом. На этот слой затем насыпается и трамбуется одежда проезжей части дороги толщиной до 18 см, по возможности из песка, привозимого со стороны. В предупреждение расползания насыпи в сторону проезжая часть дороги перед насыпкой ее с обеих сторон ограничивается продольными бревнами, закрепляемыми в своем положении кольями, или ограждается плетнем на кольях. На устройство одного километра такой гати требуется около 1100 рабоче-дней землекопов, 400 чернорабочих, 200 подвод с проводниками; при этом на рубку $1 м^3$ хвороста с укладкой в штабеля полагается рабочих от 0,1 до 0,24.

2) Средний тип дороги местного значения. Основание дороги делается из фашин длиной не менее 6 м, среднего диаметра 30 см, укладываемых плотно друг к другу поперечно к направлению дороги (рис. 199). Для придания середине полотна дороги выпуклой формы под среднюю часть слоя фашин подкладывают хворост. Тонкий слой хвороста кладется и на фашины для выравнивания поверхности их. На фашины набрасывается и трамбуется слой земли — торфа толщиной около 13 см, на который высыпается песчаная верхняя одежда дороги толщиной до 18 см, также с утрамбовкой.

Вдоль краев насыпи желательно укладывать продольные фашины или бревна, удерживаемые на месте забиваемыми в грунт кольями. Изготовление фашин у нас еще не привилось среди населения, и потому такие дороги



Рис. 199.

устраиваются лишь при участии техников и рабочих-специалистов. Для связки применяемых в дорожном деле двухкомельных фашин употребляется ивовый, ольховый и березовый хворост; прочнее всего фашины из ивового хвороста.

Смета на устройство гати длиной 1 км среднего типа, шириной проезжей части в 5 м составляется по Урочному положению в следующем порядке:

а) Для выкопки в два приема 2 000 пог. м осушительных продольных канав средней глубиной 0,70 м, шириной по дну 4,27 м, шириной по верху 6,40 м, с выкидкой грунта на полотно дороги и разравниванием его, всего 7 448 м³, — необходимо землекопов:

$$(0,2 + 0,05) \times 7\,448 = 1\,865$$

(по § 30-б и 43-б Урочн. пол.).

б) Для заготовки хвороста и вязки из него 3 500 штук двухкомельных фашин длиной 6,4 м, толщиной 30 см, с перевязкой через каждый метр, необходимо рабочих:

$$0,12 \times 1,5 \times 3\,500 = 630$$

(по § 84-б); необходимо хвороста:

$$0,75 \times 3\,500 = 2\,585 \text{ м}^3$$

(по § 84).

в) Для заготовки хвороста для кладки тонким слоем под фашины и на фашины, всего 500 м³, и для расстилки его по полотну дороги необходимо рабочих:

$$(0,1 \times 500) + (0,1 \times 500) = 100$$

(по § 82 и 645).

г) Для подвозки 3 500 фашин вышеуказанного размера и хвороста к месту устройства гати, всего $2\,585 + 500 = 3\,085 \text{ м}^3$, на расстояние одного километра необходимо подвод одноконных:

$$\frac{210 \times 3\,085}{1\,000} \times 0,13 = 84,11$$

(по § 673-д и 676).

д) Для укладки фашин с присыпкой и утрамбовкой земли необходимо рабочих:

$$0,05 \times 3\,500 = 175$$

(по § 89-а).

е) Для отрывки и подвозки с расстояния в один километр песчаного грунта на устройство верхней одежды дороги толщиной 18 см потребуется: земли:

$$0,18 \times 5 \times 1\,000 = 900 \text{ м}^3,$$

землекопов на вырытие земли:

$$0,1 \times 900 = 90$$

(по § 30-а); подвод одноконных на подвозку:

$$\frac{1\,700 \times 900}{1\,000} \times 0,13 = 199$$

(по § 673-б и 676).

ж) Для разравнивания и утрамбовки по полотну дороги подвезенных 900 м³ песчаного грунта необходимо землекопов:

$$900 \times 0,05 = 45$$

(по § 43-б).

Всего на устройство одного километра гати среднего типа по Урочному положению необходимо: землекопов — 2 000, рабочих — 905, подвод одноконных — 283, хвороста — 3 085 м³, земли песчаной — 900 м³.

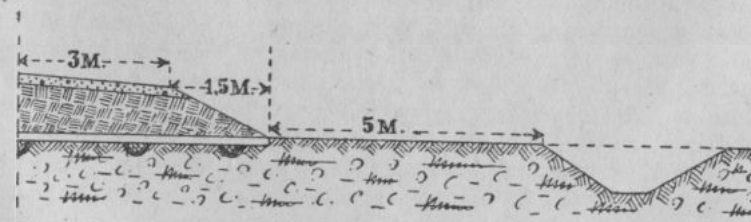


Рис. 200.

3) Тяжелый тип проезжей дороги общего пользования на глубоком болоте. Основание делается из продольных лежней, укладываемых вдоль дороги на расстоянии 1 м друг от друга и вдавливаемых в грунт (рис. 200); на лежни, поперек дороги, кладется сплошной настил из жердей диаметром 6 см, попеременно комлями в одну и в другую стороны. Жерди для прочности схватываются ивовым канатом и частью прибиваются к лежням. На такой жердяной ростверк кладется тонкий слой хвороста, и затем насыпается и трамбуется слой земли толщиной 40 см, на который насыпают песчаную

одежду. Вдоль полотна, с краев его, кладутся продольные бревна для предохранения одежды от расползания и смыва. Тип этот, смотря по надобности, можно усиливать еще слоем фашии или хвороста на первой насыпке над жердями.

При выборе типа дороги через болото следует иметь в виду, что пропускная способность всей дороги определяется худшим ее участком; поэтому, если болото пересекается дорогою плохого качества и за пределами болота, то бесцельно производить большие затраты на устройство через болото гати наиболее прочного типа.

Тип действительно удобной дороги по торфяному болоту не может считаться установленным. В Восточной Пруссии по глубоким моховым болотам обычный тип дороги местного значения состоит из слоев: снизу торф, вынутый из канавы, на нем слой песка в 25 см и наверху слой мелкого гравия в 12 см; вся насыпка плотно укатывается. Применение хвороста и фашии считается даже вредным, так как ведет к образованию неровностей полотна.

ГЛАВА СЕМНАДЦАТАЯ

ПОДПОР

Осушение болота обычными средствами возможно только в том случае, когда обеспечен свободный сток воды с него; между тем очень часто самое заболачивание речных долин и прилегающих к ним площадей вызывается искусственным повышением горизонта воды в реке мельничной плотиной, высоким заложением дна труб под дорожными насыпями, узким отверстием моста и пр. Все эти сооружения, препятствуя свободному движению воды в русле, вызывают искусственное поднятие ее горизонта, каковое явление называют подпором; разность горизонтов при свободном движении воды и при подпоре в данной точке называется высотой подпора, расстояние же от места стеснения русла реки до той точки, где высота подпора равна нулю, называется длиной подпора. Как бы мал ни был расход воды через плотину,

трубу и т. д., все же поверхность воды перед сооружением, вызывающим подпор, не может быть горизонтальна, ибо при горизонтальной поверхности

подпора и прочие вопросы о подпоре решаются с конечными результатами по двум наиболее распространенным формулам*:

Рюльмана:

$$l = \frac{a}{J} \left[f\left(\frac{h}{a}\right) - f\left(\frac{z}{a}\right) \right]$$

и Толкмита:

$$l = \frac{a}{J} \left[f\left(\frac{a+h}{a}\right) - f\left(\frac{a+z}{a}\right) \right],$$

где l — расстояние от запруды,

a — глубина воды в реке (канале) до устройства запруды или глубина воды в русле ниже существующей запруды,

J — уклон поверхности воды до устройства запруды,

h — подпор воды у запруды (разность горизонтов воды перед и за плотиной),

z — подпор воды на расстоянии l от запруды.

Буква f — сокращенное слово „функция“, и* выражения $f\left(\frac{h}{a}\right)$ и $f\left(\frac{z}{a}\right)$

надо читать: „функция от $\frac{h}{a}$ (или от $\frac{z}{a}$)“, т. е. величина, зависящая от отношения h к a , от отношения z к a .

Эта зависимость выясняется при выведении формул Рюльмана и Толкмита, и для облегчения вычислений оба автора дают таблицы, по которым непосредственно по величинам $\left(\frac{h}{a}\right)$ и $\left(\frac{a+h}{a}\right)$ находятся значения функций этих величин $f\left(\frac{h}{a}\right)$ или $f\left(\frac{a+h}{a}\right)$.

Помощью приведенных выше формул решаются три основные задачи о подпоре.

1) Высота подпора у плотины $= h = 0,8$ м, глубина воды в реке (канале) до устройства плотины $= a = 2$ м, уклон незапруженной воды $J = 0,0005$.

Какова длина подпора? Или иначе, на каком расстоянии l от плотины подпор z равен 0?

По Рюльману: при $z = 0$

$$\frac{z}{a} = 0, \quad f\left(\frac{z}{a}\right) = 0,$$

и формула принимает вид:

$$l = \frac{a}{J} \left[f\left(\frac{h}{a}\right) - 0 \right];$$

$$\frac{a}{J} = \frac{2,0}{0,0005} = 4000;$$

$$f\left(\frac{h}{a}\right) = f\left(\frac{0,8}{2}\right) = f(0,4)$$

* Подробно, с указанием других формул, вопрос о кривых подпора изложен в книге „О неравномерном движении жидкости в открытом русле“, Б. А. Бахметьев, 1912.

по таблице Рюльмана при $\frac{h}{a} = 0,4$

$$f\left(\frac{h}{a}\right) = 1,512,$$

а потому:

$$l = 4000 \times 1,512 = 6048;$$

аналогично по Толкмиту:

$$l = \frac{a}{J} \left[f\left(\frac{a+h}{a}\right) \right] = 4000 \cdot f\left(\frac{2,0+0,8}{2,0}\right) = 4000 \cdot f(1,40),$$

$$f(1,40) = 1,262,$$

$$l = 4000 \times 1,262 = 5048 \text{ м.}$$

2) Те же данные. На каком расстоянии l от плотины, высота подпора z равна 0,1 м?

По Рюльману:

$$l = \frac{a}{J} \left[f\left(\frac{h}{a}\right) - f\left(\frac{z}{a}\right) \right],$$

$$l = \frac{2}{0,0005} \left[f\left(\frac{0,8}{2,0}\right) - f\left(\frac{0,1}{2,0}\right) \right],$$

функция от $\frac{0,1}{2,0}$ равна по таблице 0,570,

$$l = 4000 (1,512 - 0,570) = 3768 \text{ м.}$$

аналогично по Толкмиту:

$$l = 4000 \left[1,262 - f\left(\frac{2,0+0,1}{2,0}\right) \right],$$

$$f\left(\frac{2,0+0,1}{2,0}\right) = f(1,05) = 0,502,$$

$$l = 4000 (1,262 - 0,502) = 3040 \text{ м.}$$

3) Те же данные. Какова высота подпора на расстоянии 3600 м от плотины?

По Рюльману:

$$3600 = 4000 \left[1,512 - f\left(\frac{z}{a}\right) \right],$$

$$f\left(\frac{z}{a}\right) = 1,512 - \frac{3600}{4000} = 0,612,$$

$$\frac{z}{a} = 0,055 \text{ (по таблице),}$$

$$z = 0,055 \cdot 2,0 = 0,11 \text{ м.}$$

По Толкмиту:

$$3600 = 4000 \left[1,262 - f\left(\frac{a+z}{a}\right) \right],$$

$$f\left(\frac{a+z}{a}\right) = 1,262 - \frac{3600}{4000} = 0,362,$$

$$\frac{a+z}{a} = 1,03 \text{ (по таблице),}$$

$$z = 1,03 \cdot 2,0 - 2,0 = 0,06 \text{ м.}$$

Из рассмотрения примеров видно, что формула Толкмита дает величины подпора меньше, чем формула Рюльмана; это вытекает из вывода формул: Рюльман в основание вывода принял прямоугольную форму сечения русла, Толкмит же — параболическую, т. е. расширяющуюся кверху форму русла.

Частный случай: при $\frac{h}{a} = \text{от } 0,60 \text{ до } 1,00$ $f\left(\frac{h}{a}\right)$ равна по Рюльману от 1,80 до 2,28, т. е. близка к 2; тогда по формуле Рюльмана:

$$l = \frac{a}{J} \left[f\left(\frac{h}{a}\right) - f\left(\frac{z}{a}\right) \right] = \frac{a}{J} \left[f\left(\frac{h}{a}\right) - 0 \right] = \frac{a}{J} \cdot 2,$$

т. е. длина подпора при этих условиях вдвое более, чем она была бы при стоячей воде.

Поэтому при приближенных подсчетах обычно и принимают

$$l = 2 \frac{a}{J}.$$

Таблица Толкмита

$\frac{a+h}{a}$	$f\left(\frac{a+h}{a}\right)$	$\frac{a+h}{a}$	$f\left(\frac{a+h}{a}\right)$	$\frac{a+h}{a}$	$f\left(\frac{a+h}{a}\right)$	$\frac{a+h}{a}$	$f\left(\frac{a+h}{a}\right)$
1,00	∞	1,16	0,865	1,37	1,221	1,90	1,850
1,005	-0,102	1,17	0,887	1,38	1,235	1,95	1,904
1,01	+0,074	1,18	0,908	1,39	1,249	2,00	1,957
1,015	0,179	1,19	0,928	1,40	1,262	2,1	2,063
1,02	0,254	1,20	0,948	1,41	1,276	2,2	2,168
1,025	0,313	1,21	0,967	1,42	1,289	2,3	2,272
1,03	0,362	1,22	0,985	1,43	1,302	2,4	2,376
1,035	0,403	1,23	1,003	1,44	1,315	2,5	2,478
1,04	0,440	1,24	1,021	1,45	1,328	2,6	2,581
1,045	0,473	1,25	1,038	1,46	1,341	2,7	2,683
1,05	0,502	1,26	1,055	1,47	1,354	2,8	2,785
1,06	0,554	1,27	1,071	1,48	1,367	2,9	2,886
1,07	0,599	1,28	1,087	1,49	1,379	3,0	2,938
1,08	0,639	1,29	1,103	1,50	1,392	3,5	3,492
1,09	0,675	1,30	1,119	1,55	1,453	4,0	3,995
1,10	0,708	1,31	1,134	1,60	1,513	4,5	4,496
1,11	0,738	1,32	1,149	1,65	1,571	5,0	4,998
1,12	0,766	1,33	1,164	1,70	1,628	6,0	5,938
1,13	0,793	1,34	1,178	1,75	1,685	8,0	7,999
1,14	0,818	1,35	1,194	1,80	1,740	10,0	10,000
1,15	0,842	1,36	1,207	1,85	1,795	∞	∞
$\frac{a+z}{a}$	$f\left(\frac{a+z}{a}\right)$	$\frac{a+z}{a}$	$f\left(\frac{a+z}{a}\right)$	$\frac{a+z}{a}$	$f\left(\frac{a+z}{a}\right)$	$\frac{a+z}{a}$	$f\left(\frac{a+z}{a}\right)$

Таблица Рюльмана

$\frac{h}{a}$	$f\left(\frac{h}{a}\right)$	$\frac{h}{a}$	$f\left(\frac{h}{a}\right)$	$\frac{h}{a}$	$f\left(\frac{h}{a}\right)$	$\frac{h}{a}$	$f\left(\frac{h}{a}\right)$
0,01	0,0067	0,31	1,3610	0,61	1,8112	0,91	2,1800
0,02	0,2444	0,32	1,3789	0,62	1,8243	0,92	2,1916
0,03	0,3863	0,33	1,3954	0,63	1,8373	0,93	2,2032
0,04	0,4889	0,34	1,4136	0,64	1,8503	0,94	2,2148
0,05	0,5701	0,35	1,4306	0,65	1,8631	0,95	2,2264
0,06	0,6376	0,36	1,443	0,66	1,8759	0,96	2,2380
0,07	0,6953	0,37	1,4638	0,67	1,8887	0,97	2,2496
0,08	0,7482	0,38	1,4801	0,68	1,9014	0,98	2,2611
0,09	0,7933	0,39	1,4962	0,69	1,9140	0,99	2,2725
0,10	0,8353	0,40	1,5119	0,70	1,9266	1,00	2,2839
0,11	0,8739	0,41	1,5275	0,71	1,9392	1,10	2,3971
0,12	0,9098	0,42	1,5430	0,72	1,9517	1,20	2,5000
0,13	0,9434	0,43	1,5583	0,73	1,9641	1,30	2,6171
0,14	0,9751	0,44	1,5734	0,74	1,9765	1,40	2,7234
0,15	1,0051	0,45	1,5884	0,75	1,9888	1,50	2,8337
0,16	1,0335	0,46	1,6032	0,76	2,0010	1,60	2,9409
0,17	1,0608	0,47	1,6179	0,77	2,0132	1,70	3,0458
0,18	1,0869	0,48	1,6324	0,78	2,0254	1,8	3,1508
0,19	1,1119	0,49	1,6468	0,79	2,0375	1,90	3,2553
0,20	1,1361	0,50	1,6611	0,80	2,0495	2,0	3,3594
0,21	1,1595	0,51	1,6753	0,81	2,0615	2,1	3,4631
0,22	1,1821	0,52	1,6893	0,82	2,0735	2,2	3,5664
0,23	1,2040	0,53	1,7032	0,83	2,0855	2,3	3,6694
0,24	1,2254	0,54	1,7170	0,84	2,0975	2,4	3,7720
0,25	1,2461	0,55	1,7308	0,85	2,1095	2,6	3,9768
0,26	1,2664	0,56	1,7444	0,86	2,1213	2,8	4,1808
0,27	1,2861	0,57	1,7589	0,87	2,1331	3,0	4,3843
0,28	1,3054	0,58	1,7714	0,88	2,1449	3,5	4,8891
0,29	1,3243	0,59	1,7848	0,89	2,1567	4,0	5,3958
0,30	1,3420	0,60	1,7980	0,90	2,1683	4,5	5,8993
$\frac{z}{a}$	$f\left(\frac{z}{a}\right)$	$\frac{z}{a}$	$f\left(\frac{z}{a}\right)$	$\frac{z}{a}$	$f\left(\frac{z}{a}\right)$	$\frac{z}{a}$	$f\left(\frac{z}{a}\right)$

ГЛАВА ВОСЕМНАДЦАТАЯ

РЕЗУЛЬТАТЫ ОСУШИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСУШИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В БЫВШЕЙ МИНСКОЙ ГУБЕРНИИ *

Площадь бывш. Минской губернии по податным материалам 1897 г. с добавлением земель монастырских, церковных и казенных (по обследованию Центрального статистического комитета в 1887 г.) составляла 92 309 км², из коих неудобных земель 16 431 км², или 19% от всей площади. Неудобные земли представляли собой преимущественно луговые болота в широких долинах рек и речек и частично моховые болота.

Находясь в центре обширного района, называемого Полесьем, бывш. Минская губерния естественно сосредоточила на себе преимущественное внимание бывшей Западной экспедиции по осушению болот.

Осушительные работы в Полесье начаты были Западной экспедицией с 1873 г. и велись интенсивно кончая 1897 г., за каковой период устроено было 4 672 км каналов и расчищено 135 км речек. Затрачено было на канализацию собственно 3 083 746 рублей, что составляет 660 рублей на 1 км сооруженных каналов; все же расходы экспедиции за этот период составили 4 780 609 рублей, считая в том числе содержание личного состава, накладные и канцелярские расходы, метеорологические наблюдения, нивелировку и бурение, канализацию, мосты, водоспуски и культуру болот. Деля общий расход на протяжении устроенной канализации, получаем что 1 км каналов обошелся со всеми накладными расходами в 994 рубля.

В пределах бывш. Минской губернии по 1 января 1911 г. устроено каналов 3 681 км, из коих по казенным землям проходило 1 482 км, что, принимая во внимание вычисленную выше среднюю стоимость проведения 1 км канала вместе с накладными расходами в 994 рубля, должно составить общий расход в 1 473 000, или, округляя, 1 500 000 рублей; расход же собственно на канализацию казенных дач Минской губернии, считая по 660 рублей за 1 км канала, составил только 978 120 рублей, или приблизительно 1 000 000 рублей.

Развитие осушительных работ Западной экспедиции видно из нижеследующей таблицы (см. стр. 311) произведенных за отдельные периоды расходов на канализацию собственно.

За время с 1897 г. затраты были незначительны, и работы состояли преимущественно в углублении и уширении ранее устроенных каналов. Так, по бывш. Минской губернии экспедицией за 1897—1902 гг. затрачено, не считая личного состава, 132 488 руб., или в год 26 498 руб., а Минским управлением земледелия и государственных имуществ за 1903—1909 годы затрачено на устройство новых каналов и на капитальный и беглый ремонт

* Бывшая Минская губ. ныне распределилась между Белорусской ССР и Польшей.

Годы	Руб.	Коп.	В среднем в год руб.
1874—1880	673 517	60	96 217
1881—1890	1 333 252	—	136 325
1891—1897	1 046 976	50	149 568
	3 083 746	10	

существующих каналов — 155 938 р. 11 к., или в год, в среднем, 22 277 рублей.

Вопрос о рациональности произведенных экспедицией затрат на осушительные работы разбирался не раз, но вследствие трудности собирания и обработки конкретного цифрового материала оставался до последнего времени предположительным, т. е. не выраженным в цифрах, и потому, хотя благоприятный результат работ и признавался почти всеми неоспоримым, могли быть и действительно были сомнения в том, настолько ли велики эти благоприятные результаты, чтобы окупить все произведенные на осушение затраты.

Суждение о результатах осушительных работ на землях крестьян и частных лиц может быть приведено и в настоящее время за отсутствием специальных исследований только в весьма общем виде, — именно, к тому, что указано в „Очерке работ Западной экспедиции“, следует добавить еще ряд цифр из записки бывшего минского губернатора Я. Эрдели (1910 г.), иллюстрирующих весьма благоприятные результаты, достигнутые осушением. Так, при сравнении площади неудобных земель по данным Центрального статистического комитета за 1881 г. и по данным податных инспекторов за 1897 г. оказывается:

НЕУДОБНЫХ ЗЕМЕЛЬ В РАЙОНЕ ОСУШЕНИЯ

Уезды	1881 г. в процентах	1897 г. в процентах
Речицкий	33,4	21,3
Мозырский	33,8	30,0
Бобруйский	22,4	16,0

НЕУДОБНЫХ ЗЕМЕЛЬ ВНЕ РАЙОНА ОСУШЕНИЯ

Уезды	1881 г. в процентах	1897 г. в процентах
Новогрудский	7,5	6,9
Минский	7,3	7,4
Пинский	26,5	28,8
Слуцкий	10,4	9,6

т. е. по официальным данным процент неудобных земель в районе осушения заметно уменьшился, тогда как вне района осушения остался без изменения; площадь же сенокосов по тем же официальным сведениям изменилась следующим образом:

В РАЙОНЕ ОСУШЕНИЯ ЗНАЧИЛОСЬ СЕНОКОСОВ

Уезды	1881 г. в процентах	1897 г. в процентах
Речицкий	12,9	21,5
Мозырский	8,7	14,3
Бобруйский	11,8	19,0

ВНЕ РАЙОНА ОСУШЕНИЯ ЗНАЧИЛОСЬ СЕНОКОСОВ

Уезды	1881 г. в процентах	1897 г. в процентах
Новогрудский	20,8	19,2
Минский	15,2	13,0
Пинский	18,5	19,4
Слуцкий	25,9	22,2

т. е. в то время как вне района осушения площадь сенокосов несколько уменьшилась, в районе осушения она увеличилась и притом настолько приблизительно, насколько уменьшилась площадь неудобных земель в том же районе: это последнее обстоятельство указывает на то, что болота в губернии после канализации обращаются в сенокосы.

В связи с увеличением площади культурных земель осушительные работы в губернии содействовали и общему подъему экономического благосостояния населения, в частности развитию скотоводства. Согласно упомянутой записке Я. Эрдели до осушения Полесья в Минской губернии имелось лошадей 130 000 голов и крупного рогатого скота 463 000 голов, а в 1910 г. по сведениям Статистического комитета было лошадей 379 655 голов и крупного рогатого скота 1 064 924 голов. В частности у крестьян до осушения считалось лошадей 89 338 — и крупного рогатого скота 396 009 голов, в 1910 г. имеется лошадей 265 139 голов и крупного рогатого скота 759 569 голов. При этом весьма характерно, что увеличение количества рогатого скота от 2 до 4 раз наблюдается исключительно в тех южных уездах, где производились осушительные работы, а в северных уездах количество рогатого скота, приходящегося на двор, не только не увеличилось, но даже уменьшилось; количество лошадей увеличилось также более значительно в южных уездах, чем в северных: в первых оно увеличилось в 2—3 раза, а во вторых почти не изменилось.

Увеличение количества скота отразилось в свою очередь на повышении урожайности земель, что обнаруживается очень заметно в тех уездах, где производились осушительные работы. Так, урожай ржи составил*:

* Ястремский, Съезд податных инспекторов, 1933 г., стр. 108.

НАДЕЛЬНЫЕ ЗЕМЛИ

Уезды	1883—87 гг.	1895—99 гг.
	сам-	сам-
Речицкий	3,8	4,4
Мозырский	4,1	4,3
Бобруйский	3,5	3,9
Среднее же по губернии	3,9	4,1

т. е. урожай возрос по счету на „сам“ в районе канализации в среднем на 0,4, а во всей губернии — на 0,2. Осушительные работы, создав совершенно новые ценности из непроизводительных до того времени земель, увеличили общее благосостояние государства на несколько миллионов рублей.

О результатах осушительных работ в казенных дачах Минской губернии после произведенного в 1910 г. специального исследования этого вопроса гидротехнической частью при Минском управлении земледелия и государственных имуществ имеются теперь достаточно точные цифровые данные, представленные в центральные учреждения бывш. Главного управления землеустройства и земледелия*. Для этой цели были обработаны годовые отчеты лесничих за последние 39 лет, начиная с 1871 г. За этот период как форма отчетов, так и состав лесничеств и дач неоднократно менялись.

В 1871 г. общая площадь казенных земель в Минской губернии, состоявших в единственном владении казны, составляла 700 133 га, а вместе со спорными — 1 036 720 га, и была распределена по 13 лесничествам; в 1881 г. — 726 830 га, а со спорными — 918 900 га, при 15 лесничествах; в 1891 г. вместе со спорными состояло 874 145 га при 18 лесничествах; в 1901 г. в единственном владении казны состояло 603 515 га при 28 лесничествах, и в 1909 г. в единственном владении казны было 604 140 га при 32 лесничествах. В 1898 г. четыре Борисовских лесничества, площадью около 153 000 га, были перечислены в великокняжеские имения.

Состав дач оставался за то же время более постоянным, и потому в вычислениях положена в основу доходность не лесничества, а дач. Все дачи, доходность и состав которых можно было проследить с 1871 г., вошли за единичными, обнаружившимися впоследствии, случайными пропусками в нижепомещаемые вычисления и разбиты на две группы.

В первую группу помещены 24 дачи, затронутые канализацией, именно: Лунинец-Дятловичская, Автютевичская, Зеленоцкая, Шиичская, Слаунская, Тонежская, Фастовичская, Колковская, Грабье-Нестановичская, Брицаловичская, Домбровская, Залужская, Яминская, Чабусская, Лапичская, Цельская, Любешовская, Туровская 1-я, Загальско-Настольская, Василевичская, Мохошовская, Городецкая, Брожская 1-я и Брожская 2-я. Общая площадь их в 1909 г. составляла 293 101 га, из коих 66% удобной лесной земли.

Во вторую группу помещены 23 неканализованных дачи: Эсьмонская, Пышачская, Велятичская, Богдановская, Весницкая, Гаинская, Вилейская.

* Опубликованные в печати.

Славковичская, Железницкая, Стаховская, Новодворско-Купятичская, Даниловичская, Любоничская, Панюшковичская, Гребенская, Вольманская, Тартакская, Велико-Коленицкая, Погоненская, Озерщизнянская, Туровская 2-я, Багримовичская и Каленковичская. Иные из перечисленных дач затронуты канализацией, но не настолько, чтобы считаться канализованными (Каленковичская, Озерщизнянская, Туровская 2-я).

Общая площадь дач второй группы в 1909 г. составляла 163 138 га, из коих удобной лесной земли 118 075 га или 73%.

В обе группы равномерно попадают дачи как с самыми благоприятными условиями сбыта, так и с неблагоприятными.

Влияние канализации казенных дач в Минской губернии на их доходность выражается помимо сопутствующего увеличения ценности земли в 4 видах:

- 1) увеличивается кубический объем ежегодного отпуска древесной массы;
- 2) увеличивается цена единицы объема отпускаемой древесной массы;
- 3) повышается доходность от сенокосения;
- 4) поступает сбор за сплав леса по каналам.

Проведенные по казенным лесным дачам осушительные каналы вызвали увеличение отпуска древесной массы из дач, так как:

- 1) открылся сбыт леса по сплавным каналам с громадных площадей там,

где ранее за отсутствием или дальностью путей сообщения сбыта вовсе не было;

- 2) увеличился прирост существовавших лесных насаждений, поставленных с устройством каналов в более благоприятные в водном отношении условия роста (рис. 202 и 203);

- 3) увеличилась лесная площадь за счет голых затопленных водою пространств, так как такие пространства с проведением каналов покрылись лесными насаждениями;

- 4) приостановился процесс заболачивания смежных с болотами суходолов, и тем предохранилась некоторая площадь ценных лесов от заболачивания и гибели.



Рис. 202.

Большой рост отпуска древесной массы из канализованных дач по сравнению с дачами неканализованными выражается следующей таблицей:

Периоды	Средний годовой отпуск древесной массы с 1 га лесной площади	
	Из канализованных дач в куб. метрах	Из не канализованных дач в куб. метрах
1871—1880	0,338	0,356
1881—1890	0,781	0,676
1891—1900	2,207	1,825
1901—1910	6,631	6,515

Из таблицы видно, что отпуск леса за период 1871—1880 гг. был меньше в дачах первой группы на 0,018 м³ с гектара, чем в дачах второй группы, а затем после устройства канализации стал в дачах первой группы больше, чем во второй, не затронутой канализацией.

Приняв рост отпуска древесной массы с 1 га в дачах неканализованных за нормальный, мы имели бы следующие вероятные отпуска древесины

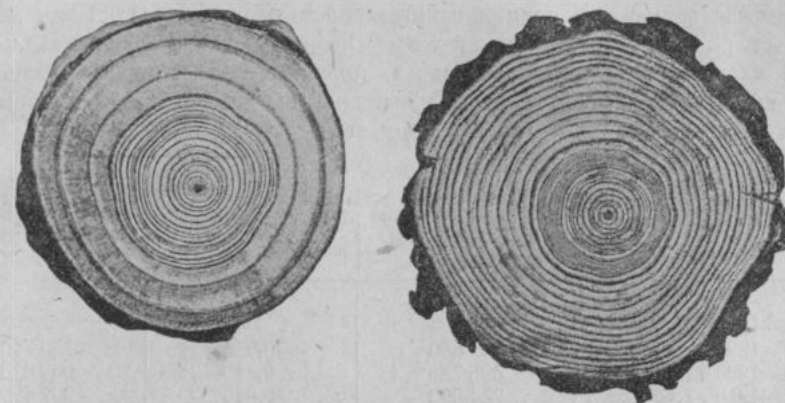


Рис. 203.

в дачах ныне канализованных, если бы они не были канализованы, т. е. если бы рост отпуска древесины из них был нормальный:

Периоды	Действительный годовой отпуск древесины из канализованных дач с 1 га в куб. метрах	Вероятный годовой отпуск древесины из тех же дач при отсутствии канализ. с 1 га в куб. метрах	Разность в куб. метрах
1871—1880	0,338	0,338	0,000
1881—1890	0,781	0,659	0,122
1891—1900	2,207	1,807	0,400
1901—1910	6,631	6,515	0,116

Вычисленные разности между действительным и вероятным отпуском древесной массы с 1 га или разность роста отпуска в дачах канализованных и неканализованных следует, при прочих равных условиях, приписать влиянию канализации (увеличение лесной площади, прироста и эксплуатации ранее недоступных участков).

Умножая разность роста отпусков с 1 га на среднюю годовую за период площадь канализованных дач, получаем годовые излишки отпуска леса, получившиеся благодаря устройству канализации:

Периоды	Площадь канализованных дач средн. за период) в гектарах	Излишек годового отпуска в куб. метрах	Излишек отпуска за период в куб. метрах
1871—1880	217 772	—	—
1881—1890	214 170	26 653	266 530
1891—1900	224 113	89 672	896 720
1901—1910	190 868	25 459	254 590

Умножая за каждый период излишек роста отпуска леса из дач канализованных на соответствующие каждому периоду средние цены 1 м³ древесной массы в канализованных дачах, получим суммы, перевырученные от увеличенной сравнительно с нормальным ростом продажи леса в канализованных дачах благодаря устройству каналов:

Периоды	Излишек отпуска в куб. метрах	Средн. стоимость 1 м ³ в руб.	Перевырученные суммы в руб. *
1871—1880	—	—	—
1881—1890	266 530	0,588	156 740
1891—1900	896 720	0,740	663 073
1901—1910	254 590	0,815	207 400
Всего	—	—	1 027 213

Указанная сумма перевыручена вследствие большего роста отпуска древесной массы из канализованных, чем из дач неканализованных.

Проведенные каналы послужили сплавными путями для отпускаемого из дач леса, а также, осушив дачи, облегчили и обычную конную вывозку материала, открыв таким образом доступ на такие участки, которые до устройства канализации эксплуатироваться не могли. Бесплатный сплав леса, купленного из казенных дач, и облегчение конной вывозки его учитываются покупателями и должны выражаться в увеличении цены 1 м³ отпускаемой древесной массы. Поэтому стоимость 1 м³ древесной массы

* Некоторая неточность произведений получается от накопления ошибок при переходе от саженой на метрической меры.

в дачах канализованных должна расти, вообще говоря, быстрее, чем в дачах неканализованных; эта разница в росте цены 1 м³ древесины, если она обнаруживается, должна быть приписана влиянию канализации. В ниже-следующих вычислениях обнаружено, что эта разница действительно существует, и благодаря ей перевыручено на продаже леса из канализованных дач 2 305 950 рублей.

Рост цены на 1 м³ отпускавшейся древесной массы выражается в следующих цифрах:

Периоды	Стоимость 1 м ³ древесины в руб.	
	В дачах канализованных	В дачах неканализованных
1871—1880	0,539	0,632
1881—1890	0,588	0,517
1891—1900	0,740	0,726
1901—1910	0,815	0,793

За период до устройства канализации (1871—1880 гг.) цена 1 м³ отпускавшейся древесной массы из дач первой группы была меньше, чем из дач второй группы; в следующее десятилетие, когда начался сплав леса по каналам, цена сравнялась, а затем даже превысила, т. е. условия сбыта в дачах канализованных с течением времени оказались более благоприятными, чем в группе дач неканализованных, тогда как раньше было наоборот. (Среди неканализованных дач имеются и ныне такие, из которых вывозка материала возможна только зимою и на дальнее расстояние за отсутствием сплавных каналов.)

Приняв рост цены 1 м³ древесной массы в дачах неканализованных за нормальный, мы имели бы следующие вероятные цены в дачах, ныне канализованных, если бы они не были канализованы, т. е. если бы и в них рост был нормальный:

Периоды	Действительная цена в руб. 1 м ³ древесины в канализованных дачах	Вероятная цена в руб. 1 м ³ дров. в тех же дачах при отсутствии канал.	Разность в руб.
1871—1880	0,539	0,539	0,000
1881—1890	0,588	0,510	0,088
1891—1900	0,740	0,620	0,120
1901—1910	0,815	0,675	0,140

Вычисленные разности между действительной и вероятной ценой 1 м³ древесной массы, или разности повышения цен 1 м³ древесной массы, в дачах канализованных и неканализованных следует, при прочих равных условиях, приписать влиянию канализации (облегчение вывозки материала и возможность сплава его по каналам).

Умножая разность повышения цены 1 м³ на средний вероятный за период годовой отпуск древесины из ныне канализованных дач, если бы они канализованы не были, получим сумму, перевырученную из канализованных дач, благодаря большему росту цен 1 м³ древесной массы в них:

Периоды	Вероятный средний годовой отпуск древесины за период из канализов. дач, если бы она не была канализована, в куб. метрах	Годовая перевыручка в канализованных дачах в рублях	Перевыручка за период в рублях
1871—1880	74 433	—	—
1881—1890	140 950	12 481	124 810
1891—1900	404 621	49 994	499 940
1901—1910	1 181 154	168 120	1 681 200
Всего	—	—	2 305 950

Означенная сумма перевыручена вследствие большего роста цен на древесную массу в дачах канализованных, чем в дачах неканализованных.

Трудно или вовсе недоступные ранее вследствие затопления водою болота, не дававшие никакого дохода или крайне малый, обратились с проведением канав в сенокосные угодья с ежегодным доходом 1—5 рублей с гектара, благодаря чему рост доходности от сенокосения в районе канализации (уезды: Мозырский, Речицкий, Бобруйский) значительно опережает рост ее в неканализованных районах (уезды: Пинский, Новогрудский, Минский, Борисовский, Слуцкий, Игуменский), что резко обнаруживается из следующей таблицы:

Получено за сдачу сенокосов в казенных дачах
в среднем в год

Периоды	В 3 канализованных уездах в руб.	В 6 неканализованных уездах в руб.	Сравнительный рост дохода	
			Канализованные уеды	Неканализованные уеды
1871—1875	1 966	1 435	1	1
1876—1880	5 955	2 818	3,03	1,96
1881—1885	15 901	3 100	8,09	2,25
1886—1890	30 661	2 519	15,60	1,81
1891—1895	35 820	2 593	18,22	1,86
1896—1900	31 246	3 856	15,89	2,69
1901—1905	46 297	4 794	23,55	3,35
1906—1910	44 482	3 831	26,63	3,75

Рост дохода от сенокосения в уездах, не затронутых канализацией, вызван нормальным вздорением сена, и правильно допустить, что и в четырех ныне канализованных уездах рост дохода от сенокосения в казенных дачах был бы таков же, если бы канализации в них устроено не было.

Годы		Руб. в год
1871—1875	1 966 × 1	1 966
1876—1880	1 966 × 1,96	3 853
1881—1885	1 966 × 2,25	4 424
1886—1890	1 966 × 1,81	3 558
1891—1895	1 966 × 1,86	3 657
1896—1900	1 966 × 2,69	5 289
1901—1905	1 966 × 3,35	6 586
1906—1910	1 966 × 3,75	7 373

Вычитая вычисленный вероятный годовой доход из действительно полученного дохода от сенокосения в канализованных уездах, определим тот излишек дохода, который выручен благодаря произведенному осушению:

Периоды	Действительно получено в среднем в год в руб.	Вероятное поступление дохода без устройства канализации в среднем в год в руб.	Разность	
			за 1 год	за период
1871—1875	1 966	1 966	0	0
1876—1880	5 955	3 853	2 103	10 515
1881—1885	15 901	4 424	11 477	57 385
1886—1890	30 661	3 558	27 103	135 515
1891—1895	35 820	3 657	32 163	161 815
1896—1900	31 246	5 289	25 957	129 785
1901—1905	46 297	6 586	39 711	198 535
1906—1910	44 482	7 373	37 105	185 545
Всего	—	—	878 115	

Указанная сумма перевыручена за сдачу в аренду сенокосов, благодаря канализации их, не принимая во внимание доходности служебных земель, в состав которых входят лучшие сенокосные участки; так, в 1909 г. площадь служебных земель в губернии занимала 15 435 га, в том числе в 4 уездах, затронутых канализацией, 1 000 га, которые при сдаче в аренду давали бы не менее 4—5 руб. дохода в год. Помимо того, осушенные сенокосы в казенных дачах не дают еще того дохода, который они могли бы дать, если бы эксплуатировались сдачей не в однолетнюю аренду, при которой съемщик не заинтересован даже в вырубке появляющегося кустарника, а в аренду многолетнюю, и притом делянками площадью не в 50—70 га, а в 5—10 га; при настоящем же порядке эксплуатации сенокосов площадь их вследствие зарастания кустарником не сланных почему-либо на год-два участков не увеличивается, а уменьшается, вследствие чего на инает падать и общая доходность от сенокосения в казенных дачах губернии.

Устройство крупных магистральных каналов дало возможность казне взыскивать ежегодно особую плату за сплав лесных материалов из частных лесов с тех владельцев, которые не принимали участия в расходах казны по проведению каналов; плата эта за время с 1878 по 1910 г. составила 233 470 руб. Сплав леса из казенных дач производился бесплатно.

Существенное значение сплава леса по осушительным каналам бывш. Минской губернии видно из того, что за десятилетие с 1903 по 1912 г. исключительно сплавлялось по каналам леса в среднем на один миллион рублей в год (922 859 руб.).

Обработка актов по перечету лесных материалов, сплавленных весной 1914 г. по казенным осушительно-сплавным каналам Минской губернии, дает нижеследующие цифры (см. табл. на стр. 321).

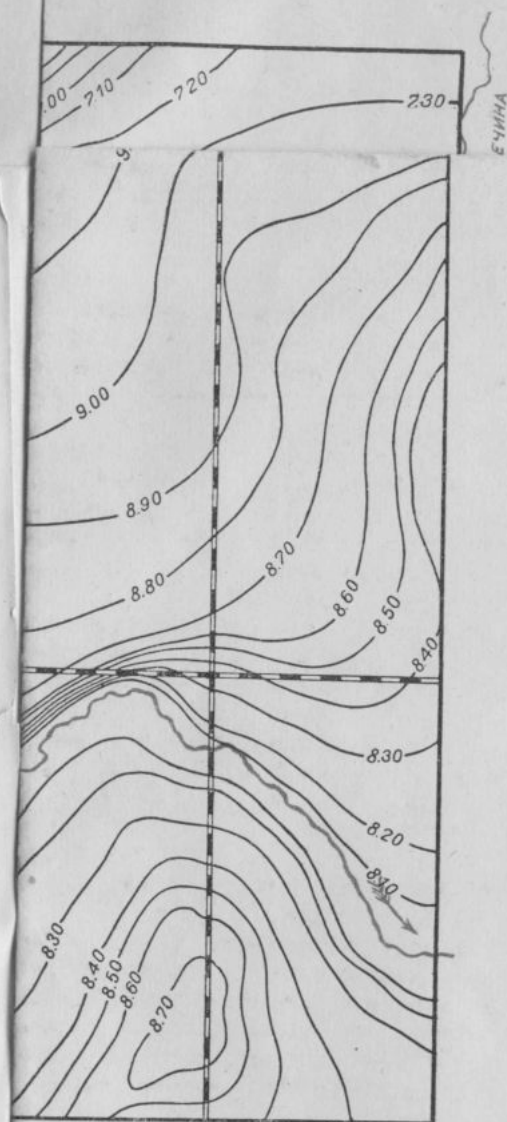
Полагая, что около 25% лесного материала прошло незарегистрированным, исчисляем, что всего в 1914 г. по казенным каналам Минской губернии сплавлено леса на полтора миллиона рублей по средним ценам на пристанях в городах Бобруйске и Мозыре.

Суммируя полученные от эксплуатации канализованных дач губернии перевыручки доходов благодаря канализации по сравнению с доходами, которых следовало бы ожидать при ее отсутствии, по всем четырем перечисленным выше категориям (увеличение отпуска и цены кубического объема древесины, повышение арендной платы за сенокосы и поступления за сплав леса), обнаруживаем, что общая перевыручка доходов составила за 1871—1910 гг. уже около 4 444 748 руб.; за последнее же десятилетие (1901—1910) эта перевыручка составляла в среднем в год 236 000 руб., что дает при исчисленной выше затрате на устройство 1 492 км каналов, проходящих в пределах канализованных дач, в 943 310 руб., не считая накладных расходов, около 24% на затраченный капитал и 15,8% на затраченный капитал вместе со всеми накладными расходами.

При поддержании каналов в исправном состоянии указанный процент доходности должен в следующие десятилетия возрасти, так как при 80-летнем обороте рубки влияние увеличения прироста древесины ныне не могло еще сказаться в полной мере. Кроме того при исчислении увеличения доходности не принят во внимание еще доход от служебных земель, образованных из осушенных болот, который хотя и не поступает непосредственно в казну, но служит добавочным содержанием казенной лесной стражи и администрации; затем не принято также во внимание весьма существенное увеличение благодаря устройству канализации ценности казенных лесных и луговых земель, каковое увеличение реализуется при отчуждении казенных земель в земельный фонд для продажи сельскому населению.

Рассматривая же произведенные затраты на осушительные работы и экономические результаты их с точки зрения не частного, а государственного хозяйства, нельзя не признать, что экономическое значение их для государства еще значительно более исчисленной выше непосредственной выгоды, так как, во-первых, произведенные работы по характеру своему не требовали никакой затраты на материал, и потому почти весь произведенный расход на работы пошел в руки землекопов-крестьян; а во-вторых, увеличившийся отпуск леса дал местному населению ежегодный увеличенный заработок на рубке, вывозке и сплаве леса, а увеличившаяся площадь сенокосов дала тому же населению возможность как самому арендовать их с выгодой для себя, так и иметь заработок при уборке части этих сенокосов, снимаемых лицами со стороны.

Выяснение влияния осушительных работ в Полесье специально на доходность казенных лесов было предметом обсуждения в „Комиссии 1897/98 г. по исследованию экономического значения осушительных работ в Полесье“, состоявшей под председательством управляющего Минской контрольной палатой Коваленко.



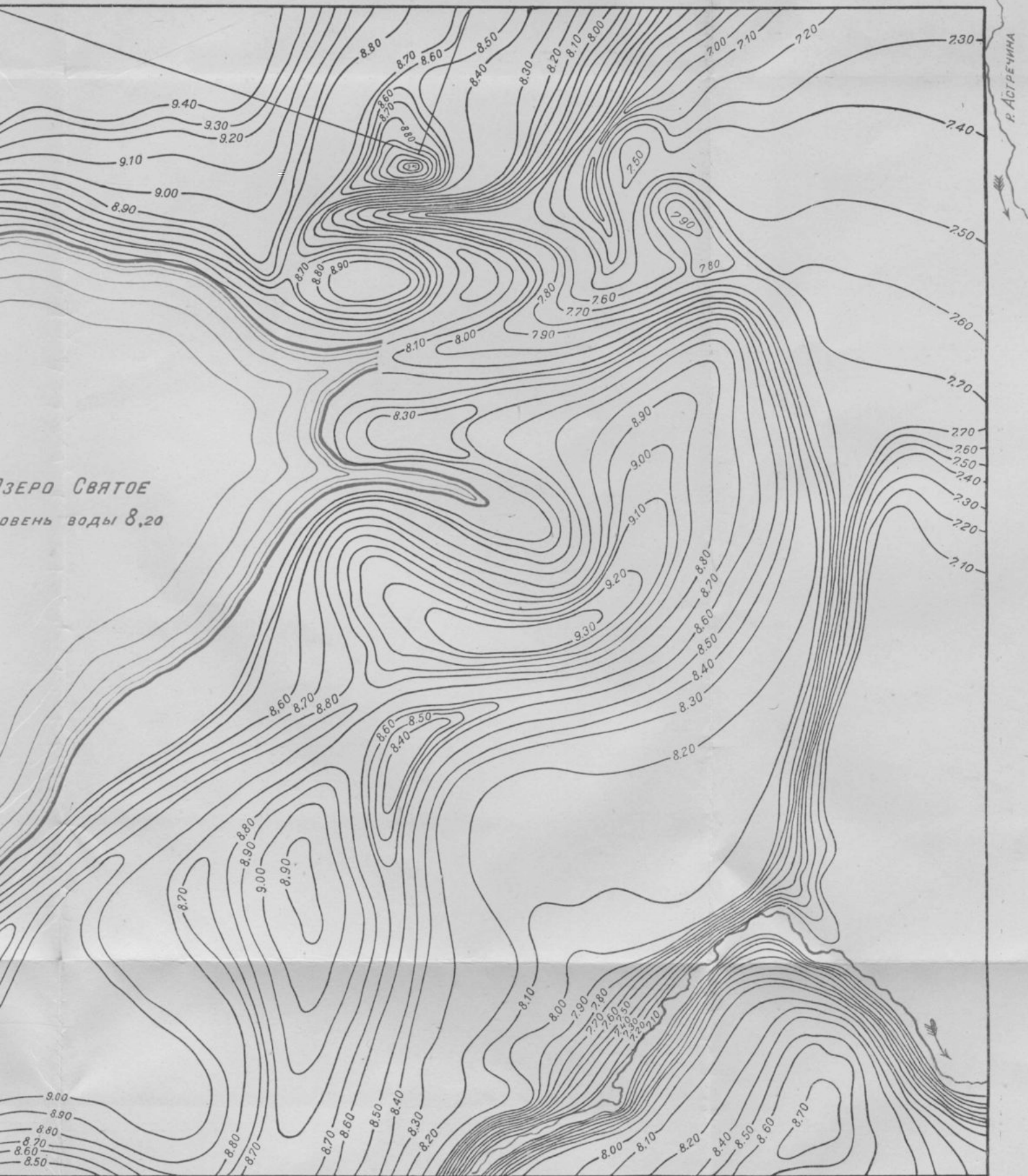
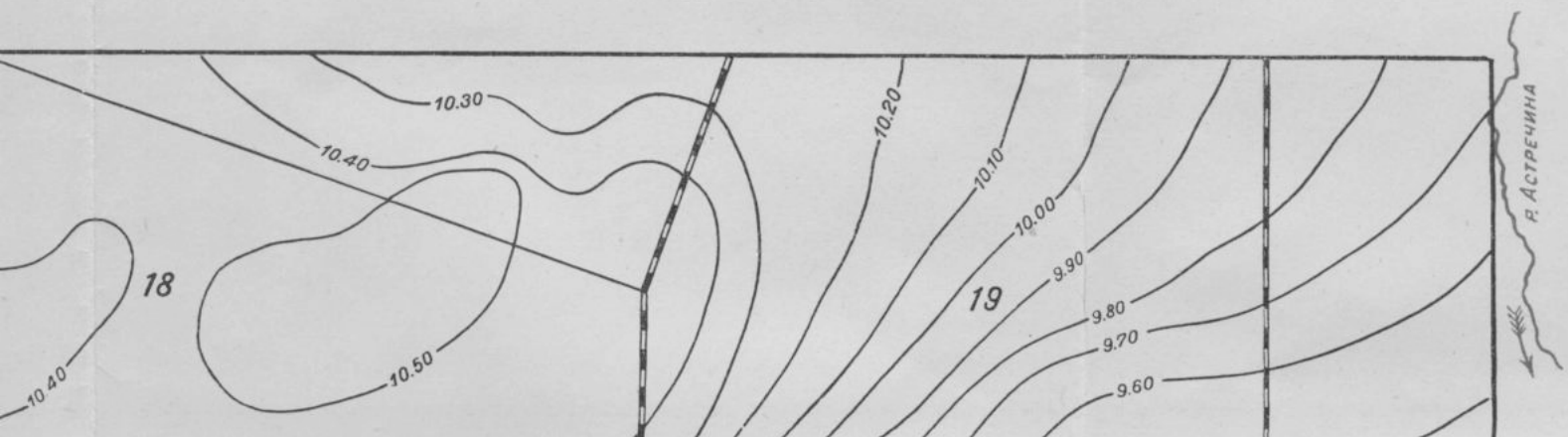


Рис. 204. План местности до заболачивания.



ОЗЕРО СВЯТОЕ
УРОВЕНЬ ВОДЫ 8,20

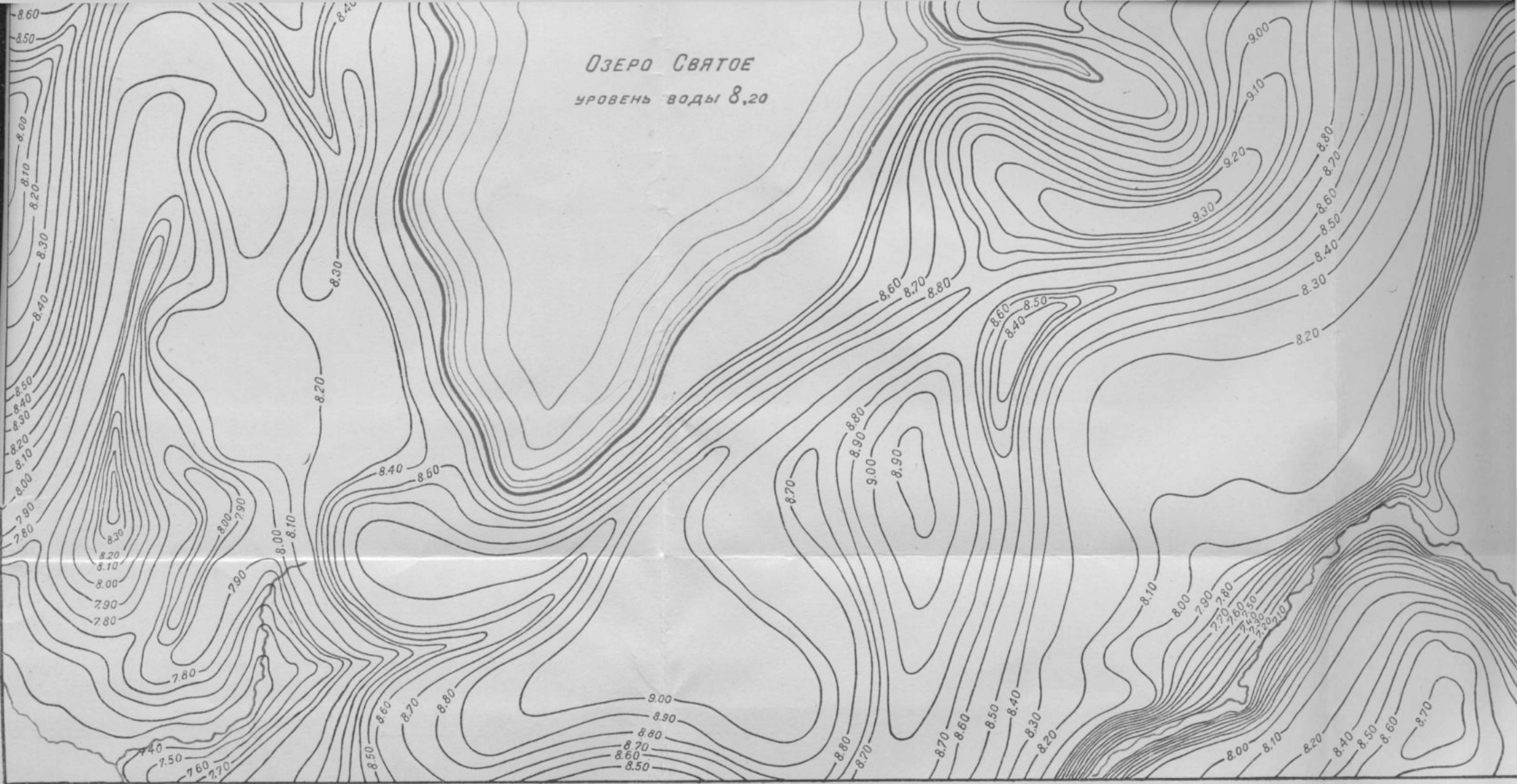


Рис. 204. План местности до заболачивания.

А. Дубах и Р. Сварро. Осушение болот.

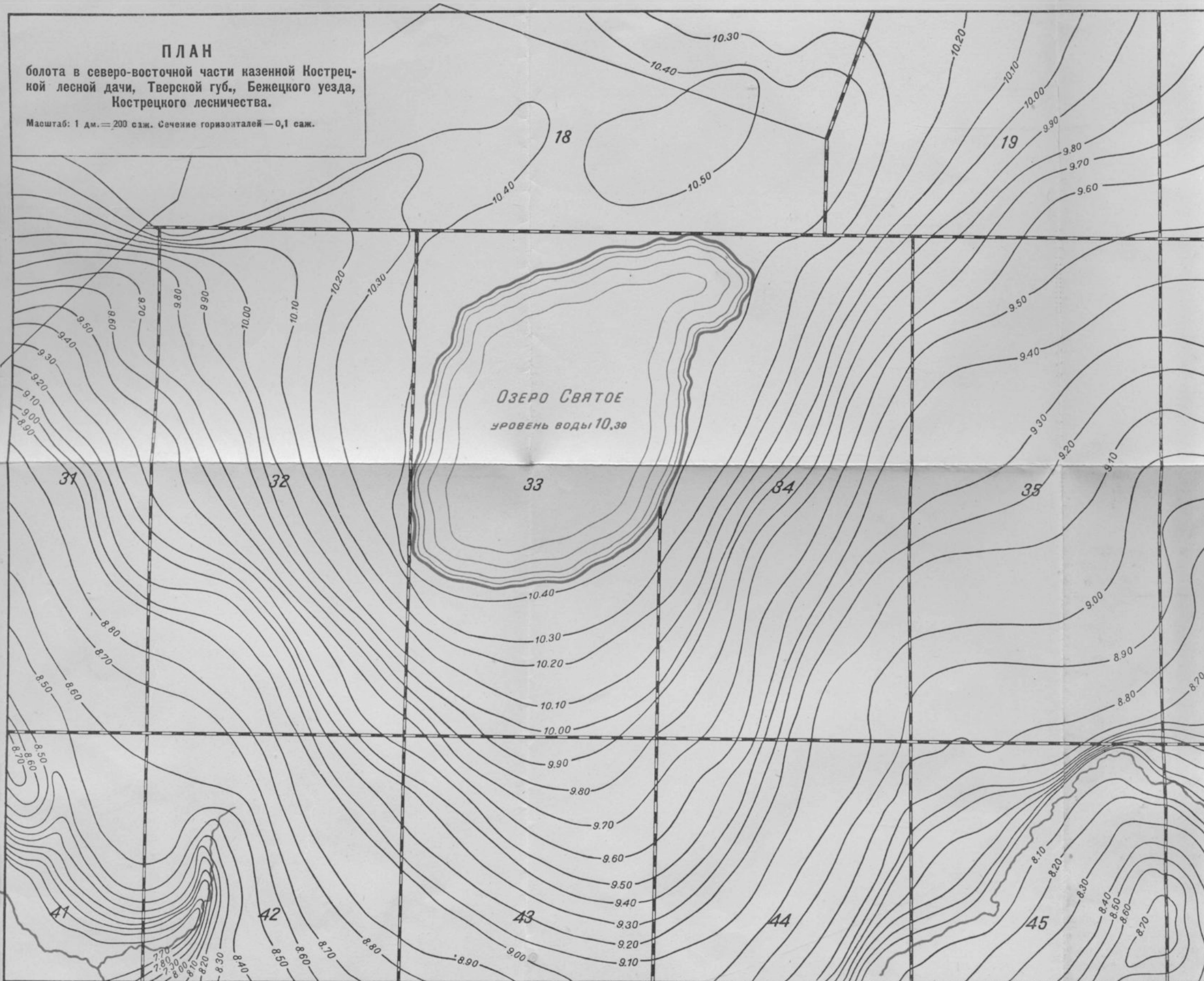


Рис. 205. План местности после заболачивания.

А. Дубах и Р. Сварро. Осушение болот.

Наименование канала и уезда	Качалок и брусьев	Свай	Брусков Шлиппер	Болванок и бревен	Кражей и телеграф- ных столбов	Лат и дручьев	Ширококо- лсйн, шпал	Узкоколей- ных шпал	Дров и ма- ломер. куск.	Стоимость леса
	штук					пар	ком. из б ш.	к. с.	руб.	
Найдо - Белевский Мозырского уез- да	19 515	—	3 390	—	—	—	2 167	—	40	171 637
Брожский Бо- бруйск. уезда .	13 165	6 390	—	6 700	12 750	3 400	800	—	—	162 792
Тремля Мозыр- ского уезда . .	5 680	—	1 327	6 726	13 026	9 363	2 804	—	1 065	119 109
Разн. каналы в р. Ствигу Мозыр- ского уезда . .	1 253	319	9 679	11 978	9 634	—	7 000	—	—	118 435
Свиноводы Мо- зырского уезда	4 514	—	2 055	6 365	23 551	1 310	3 519	1 012	70	105 578
Ведрич Речицкого уезда	7 841	4 590	108	1 358	53	—	102	—	297	93 543
Мохобедовский Ре- чицкого уезда .	3 917	—	4 098	2 486	7 986	14 775	531	—	1 248	91 641
Кухощковольский Пинского уезда.	321	—	6 295	3 440	3 700	370	4 567	737	34	64 939
Иппа Речицкого уезда	1 820	421	1 167	2 392	6 279	965	1 885	214	315	52 704
Славковичский Бобруйского у. Лисса Бобруйск. уезда	2 276	1 528	1 064	1 225	5 588	443	1 519	—	156	52 193
Закованка Речиц- кого уезда . . .	5 066	600	—	1 955	—	—	—	—	78	40 990
Ратмировичский Бобруйского у. Крушинный Мо- зырского уезда.	2 275	2 500	20	700	1 050	200	175	—	—	36 429
Разн. каналы в р. Уборт Мозыр- ского уезда . .	3 750	850	—	—	800	—	—	—	—	29 875
Вить Речицкого уезда	3 108	—	1 217	306	—	—	792	—	—	27 767
Куриличск. Мо- зырского уезда .	812	—	3 283	599	—	127	649	—	—	18 793
Синий Игуменск. уезда	350	—	1 012	—	450	322	—	—	445	17 749
Брагинка Речицк. уезда	—	—	990	185	—	—	—	—	467	15 941
Болочанка Игумен- ского уезда . .	1 023	—	—	—	2 604	—	—	—	—	9 393
Жердь Речицкого уезда	315	—	120	—	1 144	3 912	222	—	27	7 082
Свердь Речицкого уезда	178	—	25	85	785	—	100	—	80	5 374
Итого	581	22	—	—	—	—	—	—	56	3 419
	76	34	—	—	—	—	—	—	7	907
Итого	—	—	—	—	—	—	—	—	1 246 290	р.

В журнале заседания комиссии 3 и 4 октября 1898 г. председателем доложены были сведения о доходности казенных лесов бывш. Минской губернии за 17-летний период времени (1881—1897 гг.), отдельно в дачах, получивших канализацию, с одной стороны, и во всех вообще лесных дачах, с другой стороны. Приводим таблицы целиком:

Доход от леса

Г о д	Дачи с канализацией в тыс. руб.	Все вообще дачи в тыс. руб.
1881	52	115
1882	42	84
1883	70	136
1884	90	217
1885	77	188
1886	157	277
1887	213	254
1888	195	313
1889	152	305
1890	132	270
1891	223	302
1892	273	358
1893	156	265
1894	158	381
1895	220	404
1896	352	699
1897	629	1 175
Итого	3 190	5 743

доходность идет параллельно в той и другой группе дач, то это доказывает, что осушенные дачи поставлены уже в такие условия, как и остальные дачи, между которыми почти нет уже заболоченных. Остальные члены совещания присоединились к мнению Ястремского.

Между тем анализ приведенной таблицы дает положительные результаты. Подсчитывая доходность по периодам, находим:

Периоды	1	2	Дачи неканализованные (вычислено как разность между 1 и 2)
	Дачи канализ.	Все вообще дачи	
Выручено за лес в тысячах рублей			
1881—1885	331	740	409
1886—1890	849	1 419	670
1891—1897	2 010	3 584	1 574

Как видно из протокола комиссии, председатель высказал при этом следующее: „Так как по приведенным сведениям доходность по отдельным годам от лесов тех и других дач почти одинакова, то из нее трудно что-либо заключить о влиянии осушки на лесное хозяйство в канализованных дачах“. На это член комиссии Ф. Н. Ястремский заметил, что по его соображениям выходит напротив: если

Приняв доходность за первое пятилетие за единицу, получаем следующую таблицу роста доходности дач:

Периоды	В дачах	
	канализованных	неканализованных
1881—1885	1	1
1886—1890	2,6	1,6
1891—1897	6,1	3,85

Из приведенной существенно важной таблицы ясно обнаруживается, что рост доходности от леса в канализованных дачах был значительно выше, чем в неканализованных. Так как без устройства канализации в дачах первой группы, ныне канализованных, рост доходности был бы одинаков с таковым же в дачах и ныне неканализованных, то вероятная доходность дач первой группы при отсутствии канализации была бы:

$$1881—1885 \text{ гг.} \dots 331 \times 1 = 331 \text{ тыс. руб.}$$

$$1886—1890 \text{ „} \dots 331 \times 1,6 = 530 \text{ „ „}$$

$$1891—1897 \text{ „} \dots 331 \times 3,85 = 1 274 \text{ „ „}$$

Вычитая вычисленную вероятную доходность канализованных дач, если бы они не были канализованы, из действительно полученного дохода, получаем тот излишек дохода, который получен казною до 1897 г., благодаря устройству канализации:

$$1881—1885 \text{ гг.} \dots 331 - 331 = 0 \text{ тыс. руб.}$$

$$1886—1890 \text{ „} \dots 849 - 530 = 319 \text{ „ „}$$

$$1891—1897 \text{ „} \dots 2 010 - 1 274 = 736 \text{ „ „}$$

Всего перевыручено 1 055 тыс. руб.

Таким образом еще в 1898 году влияние канализации на повышение доходности казенных лесов бывш. Минской губернии за период 1881—1897 гг. можно было бы определить достаточно точно.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОСУШИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В РАМЕНСКОЙ КАЗЕННОЙ ДАЧЕ МОСКОВСКОЙ ГУБЕРНИИ

Раменская дача общей площадью 14 326 га расположена в Дмитровском уезде вблизи реки Волги. Она заключена в пространство между тремя реками: на севере ее протекает река Дубна, впадающая в Волгу, на западе приток реки Дубны — река Сестра и на юге приток этой последней — река Яхрома.

Из дачи вытекает несколько речек, из которых более значительная река Куйменка, текущая на север и впадающая в реку Дубну. Все речки были совершенно заболочены; осушительными работами они канализованы.

Дача имеет кольцеобразную форму и включает в себе значительное количество довольно крупных селений, как например с. Раменье, Борцово, Карамышево и др. Местность вокруг дачи также густо заселена, а в 45 км от нее на берегу Волги расположено большое торговое село Кимры.

Таким образом условия сбыта лесного материала очень хороши; окружающие дачу речки все сплавные, а река Дубна даже судоходна. Между тем до восьмидесятых годов сбыта лесного материала почти не было. Вследствие заболоченности дачи и отсутствия лесовозных дорог в дачу трудно было проникнуть, и кроме того лесонасаждения, страдающая от избытка влаги, в большей своей части были крайне истощены.

По лесоустроительному отчету 1876 г. в даче числилось 5 724 га болот; на остальной же площади значительная часть леса произрастала на мокрой и местами заболоченной площади. Большая часть леса состоит из сосны и ели. Имеющиеся же местами лиственные насаждения состоят из смеси осины и березы. Во многих случаях хорошие насаждения, годные для эксплуатации, находятся в виде островов среди болот и таким образом были до осушения болот недоступны.

В том же лесоустроительном отчете 1876 г. указывалась необходимость для создания сбыта леса „осушить болота и проложить дороги“.

В 1883 г. бывшая Западная экспедиция по осушению болот приступила к осушке этой дачи, и уже в 1889 г., когда главные магистральные каналы были проложены, явилась возможность эксплуатировать лесонасаждения с болот, и поэтому при новом лесоустройстве в 1889 г. болота целиком были перечислены в площадь удобную.

С 1883 по 1897 гг. Западной экспедицией по осушению болот в даче было в общем проложено 158 км осушительных канав, из них 81 км магистральных и 77 км боковых канав, кроме того устроено 29 км гатей и построено 50 мостов.

С 1900 г. по настоящее время ежегодно производится беглый ремонт канав, состоящий в их прочистке, и переустройство тех мостов, которые пришли в ветхость. В настоящее время все 50 мостов уже переустроены.

На работы до 1897 г. затрачено 148 949 р. 93 к., причем эта сумма разбивается следующим образом: 40 500 руб. израсходовано на устройство мостов и гатей, и 108 449 р. 93 к. — на канализацию. Затем с 1900 г. по 1 января 1907 г. затрачено на ремонтные работы 4 549 р. 60 к.

Осушительные работы эти повлияли не только на понижение почвенных вод на болотах; благодаря установлению гравильного стока атмосферных вод улучшились условия роста леса почти на всей площади дачи. Эксплуатации и сбыту леса с осушенных площадей способствовали устроенные по болотам гати, создавшие между прочим сообщения между отдельными населенными пунктами.

В акте освидетельствования осушительных работ в 1889 г., составленном управляющим государственными имуществами бывш. Московской и Тверской губерний, значится:

„Осушительные работы оказали видимое полезное действие как на просыхание почвы, так и на улучшение роста всех имеющихся в казенных дачах древесных пород. Для того чтобы наглядно убедиться во влиянии канализации на прирост леса, в текущем году взяты были в шестидесяти двух пунктах дачи правильные отрубки дерев, причем места, в которых брались пробы, выбраны были предварительно таким образом, что исследованию подвергались все канализованные части дачи. Упомянутые пробы

указали, что ширина годичных слоев и длина вершинных побегов постоянно и сильно усиливаются не только вблизи каналов, но и на значительном от последних расстоянии, так что состояние насаждений на канализованной площади несомненно и много изменилось к лучшему, обещая хороший прирост и в будущем“.

„Указанное выгодное изменение в росте насаждений повлекло за собой и изменение порядка хозяйства в названных дачах: прежде эксплуатации должна была быть ограничена отпуск лесом, преждевременно отмиравшего на заболоченных площадях в очень большом количестве, ныне же согласно данным, полученным при ревизии устройства дачи, открыт сообразно площади дачи отпуск сыро-растущего леса, до сих пор не имевший места за большим количеством болотного сухостоя.“

В зависимости от такого изменения хозяйства — изменения, явившегося следствием осушительных работ, — находится и сильное повышение дохода с дачи: до начала названных работ доход этот составлял около двух тысяч рублей и затем, постепенно повышаясь, достиг в 1889 г. двадцати тысяч рублей“.

Из сличения годовых отчетов по Раменской даче мы замечаем, что после перечисления болот в даче в 1889 г. в земли удобные и начала эксплуатации их доходность дачи сразу увеличилась в пять раз, а именно в 1888 г. валовой доход с дачи равнялся 4 682 р. 56 к., а в 1889 г. 22 467 р. 27 к., причем до 1888 г. сумма эта колебалась в пределах 2 700—3 200 руб.; после же 1889 г. в пределах 21 000—48 000 руб. В доходностях других соседних дач, находящихся в тех же условиях сбыта, таких резких скачков в сторону увеличения не замечено, как напр. в Дмитровском лесничестве, где не было произведено осушительных работ, с 1888 г. по 1889 г. было лишь небольшое увеличение дохода, а именно в 1888 г. доход лесничества равнялся 21 188 р. 03 к. и в 1889 г. 26 433 р. 48 к., и в частности в ближайшей к Раменской даче Вельско-Чугуловской даче в 1888 г. доход был 8 865 р. 52 к. и в 1889 г. — 10 299 р. 91 к. Сопоставление этих сумм выясняет, что значительное повышение дохода в Раменской даче было вызвано произведенными осушительными работами и в связи с этим устройством лесовозных дорог-гатей.

Чтобы выяснить до некоторой степени ту цифру дохода дачи, которая получилась исключительно благодаря произведенным в даче осушительным работам, здесь произведены следующие вычисления. Площадь удобной земли в даче увеличилась на $\frac{5\,204 \times 100}{13\,143} = 39,59\%$.

Этот процент от общего дохода, начиная с 1889 г., отнесен в следующей таблице как доход, получившийся благодаря канализации дачи (см. таблицу на стр. 326).

Таблица представляет собой выборку сумм доходов из годовых отчетов по лесничеству за время с 1883 по 1906 г. включительно, с отнесением, начиная с 1889 г., когда бывшие болота были перечислены в земли удобные; 39,59% дохода в доход, вызванный осушительными работами.

Здесь следует оговорить, что на основании вышеизложенного можно предполагать, что суммы эти несомненно менее действительных. Эти минимальные суммы приняты здесь потому, что на остальной площади, и ранее 1889 г. считавшейся удобной, доход мог бы быть также несколько увеличен только проведением дорог без устройства канализации. На площади же в 5 724 га болот эксплуатация улучшенного роста леса стала возможной

Таблица I

доходов от продажи леса в Раменской даче с общей ее площади в 14326 га и с бывшей неудобной площади в 5724 га, на которой произведены осушительные работы. Эта последняя площадь составляет 39,59% общей площади

Год поступлений доходов	Сумма дохода от продажи леса	39,59% от предыдущей суммы	Примечания
1884	3 224 77		5724 га болот состояли в неудобной площади.
1885	3 040 13		
1886	2 743 41		
1887	3 224 77		
1888	4 682 56		
1889	22 467 27	8 894 79	
1890	20 969 58	8 301 86	
1891	23 365 94	9 250 58	
1892	27 576 07	10 917 37	
1893	29 647 86	11 737 59	
1894	23 622 94	9 352 32	Осушенные болота площадью 5724 га перечислены в удобную лесную площадь.
1895	25 938 13	10 268 91	
1896	31 742 02	12 566 67	
1897	30 501 90	12 075 70	
1898	29 398 06	11 638 69	
1899	36 880 25	14 600 89	
1900	48 169 45	19 070 28	
1901	47 994 42	19 000 99	
1902	40 507 40	16 036 88	
1903	26 920 01	11 845 33	
1904	43 423 76	13 232 47	
1905	45 790 58	18 128 49	
1906	28 226 61	11 174 91	

благодаря лишь осушительным работам. Насколько же лес улучшился в своем росте, будет сказано ниже.

Во второй таблице (см. стр. 327) вычислено постепенное погашение с начислением 4% от сумм, затраченных на осушительные работы.

Таким образом мы видим, что к 1904 г., т. е. через 21 г. после начала осушительных работ в даче, расходы эти в сумме 153 499 р. 53 к., включая также и расходы на ремонт сооружений, произведенные с 1900 г., были вместе с начисленными ежегодно на эти суммы 4% полностью погашены, и в результате получилась как капитал осушенная площадь, давшая к 1 января 1907 г. в общем доход в 37 514 р. 03 к.

Насколько же кроме того при понижении грунтовых вод лес улучшается в росте, показывает третья таблица, где произведены вычисления массы отдельных деревьев, срубленных на различных расстояниях от осушительного канала. В таблице вычислена масса древесины до осушения, затем масса древесины, которая выросла бы до дня исследования, если бы не было осушения, и наконец действительная выросшая масса древесины при влиянии осушки; при этом увеличение прироста изображено в процентах

Таблица II

постепенного погашения сумм, расходованных на осушительные работы в Раменской даче

Годы расходования и поступления сумм	Суммы, расходованные на осушительные работы	Непогашенные суммы расходов на осушит. работы с начислением процент. к 1 января следующего года	Доход вследствие произведенн. осушительных работ (см. пред. таблицу)
1883	2 283 90	—	—
1884	5 110 81	2 375 26	—
1885	12 811 35	7 785 51	—
1886	11 281 94	22 460 73	—
1887	—	35 040 38	—
1888	11 302 33	36 442 00	—
1889	12 642 50	49 654 10	8 894 79
1890	7 809 10	55 537 88	8 301 86
1891	22 015 95	57 246 92	9 250 58
1892	8 149 95	72 812 78	10 917 37
1893	9 672 85	72 847 17	11 737 59
1894	11 343 41	73 613 72	9 352 32
1895	12 128 97	78 629 00	10 268 91
1896	9 442 51	83 708 62	12 566 67
1897	12 004 36	83 807 84	12 075 70
1898	—	87 005 96	11 638 69
1899	—	78 465 16	14 600 89
1900	100	66 418 84	19 070 28
1901	600	49 242 50	19 000 99
1902	—	31 451 17	16 036 88
1903	450	16 030 86	11 845 33
1904	1 799 60	4 352 95	13 232 47
		суммы погашены	
1905	375	863 12*	18 128 49
1906	1 225	26 121 27	11 174 91

Исследования эти производились в 1899 году комиссией по исследованию экономического значения работ, произведенных Западной экспедицией по осушению болот в казенных дачах Тверской и Московской губерний (см. табл. III).

Из этой таблицы мы усматриваем, что под влиянием осушения прирост древесной массы увеличивается вдвое и втрое. Влияние осушения видно на рис. 202, 203.

В докладе, доложенном той же комиссии раменским лесничим Брилинским, сделан подсчет общего прироста древесной массы на осушенных болотах площадью в 5411 га, и при этом вычислена стоимость этой древесной массы по существовавшим тогда таксам.

В докладе значится **:

* Доход после погашения всех затраченных на работы сумм вместе с процентами.

** Вследствие желательности сохранения подлинности выдержек из отчета лесничего и актов освидетельствования в статье оставлены прежние меры.

№ квартала, литеры линии, № пробных площадей	Размеры пробн. площади		Перечет		Измерения модельных деревьев						Запас древесной массы					Прогресс увеличенного при- роста	П р и м е ч а н и я		
			Диаметр на высоте груди	Число деревьев	№ деревьев	Возраст их	Диам. на высоте груди		Высота их	Масса древесины			На пробной площади					На 1 десят.	
										До осушки болот	Вероятная в момент исслед. при отсут- ствии осушки	Общая, найденная при исследовании	До осушки болот	Вероятный в момент исслед. при отсут- ствии осушки	Общий, найденный при исследовании			О б щ и й	Вызванный исклю- чительно осушением
			Лег	Вер	Арш.	Куб. ф.	Куб. ф.	Куб. ф.	Куб. ф.										
Кв. 108. Лит. А. Пробная площадь I.	0,10	Сос на															Вблизи канавы.		
		1	82	3	53	1	9,5	0,159	0,288	0,562	13,038	25,616	46,084						
		2	60	1	48	2	12,0	0,412	0,652	1,335	24,720	39,120	80,100						
		3	48	4	68	3	11,5	0,577	0,859	1,602	27,696	41,232	76,896						
		4 5	9 2	2	54	4	13,5	0,867	1,653	3,055	9,537	18,183	33,065						
Кв. 106. Лит. В. Пробная площадь II.	0,10	Ель															Рассто- яние от канавы 120 с.		
		1	12	—	62	1	9,0	0,105	0,175	0,352	74,991	122,151	236,685	10,76	5,25	242			
		2	80	6	108	2	12,0	0,639	1,021	1,747	8,610	14,350	28,864						
		3	46	5 7	94 134	3 3	15,5 15,0	0,972 1,308	1,929 2,029	2,773 3,063	44,249	77,760	125,200						
Кв. 75. Лит. С. Пробная площадь III.	0,04	Береза	4	11	3	136	4	15,0	1,572	2,530	3,766	17,292	20,160	41,426					
			5	3	4	152	5	18,0	4,801	5,716	6,349	14,403	17,148	19,047					
			1	19	2	44	1	12,5	0,172	0,336	0,691	3,268	5,814	13,129					
		Ольха	2	18	1	41	2	13,5	0,463	1,014	1,947	8,334	18,252	35,046					
			3	12	—	36	3	20,5	0,904	2,817	4,540	13,550	42,255	68,100					
			4	3	—	36	3	20,5	0,904	2,817	4,540	13,550	42,255	68,100					
		Ель	1	18	—	23	1	9,0	0,028	0,142	0,390	0,504	2,553	7,020					
			2	11	—	16	2	15,0	0,042	0,391	1,255	0,462	3,509	13,805					
			3	2	—	22	3	18,0	0,109	1,143	2,584	0,218	2,286	3,168					
			Сос на	1	11	4	36	1	12,0	0,219	0,435	1,059	163,101	303,124	461,033	20,95	7,70	112	
				2	11	7	52	2	15,0	0,874	1,578	2,784	2,409	4,795	11,649				
			Береза	3	6	5	60/80	3	15,0	0,729	1,344	3,093	4,114	17,358	30,624				
				4	6	1	78	4	18,0	2,032	2,952	4,840	4,782	9,696	20,340				
Ель	1	9	—	62	1	9,0	0,105	0,175	0,372	13,212	19,410	32,466							
	2	2	—	62	1	9,0	0,105	0,175	0,372	1,155	1,925	4,092							
	3	14	3	35	3	13,0	0,435	1,107	2,136	3,192	5,586	15,246							
										41,404	85,294	182,981	19,97	10,80	223				

„Для того, чтобы осязательнее и нагляднее показать, как отразилась осушка болот на росте леса, а также выразить численно прирост древесины до и после осушки, взяты были в кварталах №№ 4, 69, 71, 75, 106, 108, 113, 116 и 123 пробные площади, на основании которых вычислены запас и прирост леса до канализации, вероятные, которые должны были бы получиться при отсутствии последней, и образовавшиеся под влиянием канализации. Согласно этим пробным площадям (ведомость коим при сем прилагается) на 4964,5 десятин ныне осушенных болот у насаждений до канализации их, 10 лет тому назад, тонкомерного и корявого леса хвойных и лиственных пород было запаса древесной массы — 30 689 кубов. Если бы канализация не повлияла на улучшение роста леса, то по бывшему текущему приросту за последние 10 лет получился бы запас в 58 536 куб. саж., между тем, как видно из среднего вывода пробных площадей, запас этот равен в действительности 106 714 куб. саж. Разница двух последних чисел 48 178 куб. саж. и составит прирост, получившийся исключительно под влиянием осушки. Оценивая для простоты расчета полученный прирост по арифметической средней дровяной таксе для ели, сосны, березы и ольхи, принятой в Раменском лесничестве, т. е. дрова первого сорта по 4 р. 38 к., а второго сорта — по 1 р. 31 к., найдем, полагая, что дрова первого сорта составляют 75% общей массы: $34\,237 \times 4,38 = 149\,958$ руб., и при массе второго сорта 11 412 куб. саж. получим стоимость их 14 950 руб. ($11\,412 \times 1,31 = 14\,950$); всего же стоимость обоих сортов дров выразится суммой 164 908 рублей. Сравнивая с этим последним валовым доходом общий расход собственно на осушку болот в размере 108 449 руб., получим чистую прибыль в приросте древесины на сумму 56 459 руб. Такую оценку прироста древесины, явившегося результатом осушки, не только нельзя считать преувеличенной, но, напротив, минимальной, ибо не была принята во внимание средняя торговая надбавка на таксовую оценку, переходящая за 50% (весной текущего года она перешла за 100%), а равно игнорировался процент строевого поделочного леса, несомненно составляющий часть общей массы прироста“.

Из изложенного видно, что производство осушительных работ в данном случае может рассматриваться как выгодное коммерческое предприятие.

Осушительные работы в Раменской даче кроме того вызвали также и улучшение прилегающих земель, осушив значительное количество смежных крестьянских владений. Кроме того в некоторых местах крестьяне примкнули свои осушительные каналы к каналам казенным, направив в них воды. В 1906 г. после произведенных гидротехническим составом при Московско-Тверском управлении земледелия и государственных имуществ изысканий на крестьянских болотах с. Куликова были прорыты намеченные этим составом осушительные каналы на 654 га крестьянских болот, причем вода из магистральной канавы была направлена в восточный магистральный канал Раменской дачи.

На этих своих болотах, ранее с незапамятных времен залитых водой, крестьяне уже через год приступили к покосу.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТЕНСИВНОГО ОСУШЕНИЯ

Одно лишь прорытие осушительных каналов в расстоянии нескольких сот метров один от другого, без возможности последующей интенсивной агрономической эксплуатации, является по мнению многих специалистов

Предметы расхода	Смесь клевера с тимофеевкой	Озимая рожь
1) Прорытие водоотводной магистрали, устройство шлюзов, дорог и мостов, корчевание пней составило на гектар 52 р. 98 к.; прорытие осушительных канав, при расстоянии между ними в 32 м, с устройством мостов, составило 92 р. 38 к. В сумме полное осушение 1 гектара болота открытыми канавами под интенсивную культуру составило 145 р. 36 к. Считая 2½% на амортизацию, 5% на затраченный капитал и 2¼% на ремонт, получается годичный расход на гектар . . .	14 р. 20 к.	14 р. 20 к.
2) Амортизация и ремонт с.-х. орудий, считая, что на хозяйство в 4) гектаров потребно машин и орудий на 963 руб., с различными сроками службы	4 р. 65 к.	4 р. 65 к.
3) Ежегодное удобрение 100 кг калия и 64 кг фосфора, с расходом их	34 р. 37 к.	34 р. 37 к.
4) Вспашка (для трав расход делится на три года)	3 р. 54 к.	10 р. 63 к.
5) Дискование	1 р. 17 к.	5 р. 25 к.
6) Боронование	1 р. 17 к.	1 р. 75 к.
7) Семена	6 р. 97 к.	6 р. 27 к.
8) Посев	17 к.	2 р. 81 к.
9) Укатывание посева	87 к.	2 р. 62 к.
10) Борьба с сорными травами	66 к.	33 к.
11) Косьба	9 р. 66 к.	7 р. 50 к.
12) Сушка	7 р. 75 к.	—
13) Свозка с поля и укладка	10 р. 08 к.	5 р. 25 к.
14) Молотьба	—	13 р.
Всего ежегодно ложится расходов на гектар	88 р. 29 к.	108 р. 20 к.

юлуемой, не дающей всего того, что можно с большой выгодой извлечь из болота при детальной его осушке с последующей вспашкой, внесением минеральных удобрений и посевом зерновых, кормовых и пропашных растений. Наиболее длительную по времени и солидную по занимаемой площади культуру болот ведет Минская болотная опытная станция. По данным этой станции за 12 лет ежегодные расходы по культуре 1 га площади болота слагаются из следующих цифр:

Расходы на культуру гектара овса исчислены в 109 р. 64 к., ячменя — 117 р. 03 к., многолетней травяной смеси — 83 р. 68 к., вики с овсом — 114 р. 88 к., картофеля — 184 р. 22 к., капусты — 261 р. 57 к.

Средняя урожайность с гектара за 11 лет и валовая доходность по Минской болотной опытной станции выразились следующими цифрами — в тоннах:

	Культура	Сена или соломы	Выручка в рублях под Минском	При цене за 16 кг
Клевер с тимофеевкой	—	5,1	186	61 к.
Многолетняя травяная смесь	—	4,2	153	61 к.
Вика с овсом	—	5,1	152	50 к.
Рожь озимая	1,7	3,0	146	1 р. 14 к. и 20 к.
Овес	1,8	4,1	179	1 р. 11 к. и 25 к.
Ячмень	1,8	2,2	164	1 р. 30 к. и 20 к.
Картофель клубн.	17,1	—	414	41 к.
Капусты кочн.	30,5	—	732	40 к.

Приведенные цифры, извлеченные из трудов Минской болотной станции, изданных за 1925 г., вместе с текстом отчетов указывают на: 1) необходимость больших предварительных затрат для обращения болота под интенсивную культуру, 2) необходимость ежегодного внесения калийного и фосфорного удобрений, 3) получение очень высоких урожаев всех видов с.-х. культур, покрывающих под городом с избытком все понесенные расходы, 4) получение совершенно устойчивых из года в год урожаев, почти независимых от погоды отдельных лет.

Распространение такой культуры хотя бы на малую долю всех болот СССР коренным образом изменило бы условия сельскохозяйственного быта страны; но необходимость ежегодного внесения минерального удобрения являлась до сих пор значительным препятствием к распространению такой культуры.

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСУШИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Указанные выше результаты мелиорации не являются исчерпывающими, следует еще указать на влияние мелиорации на гидрологию, климат и санитарно страны. Эта тема была предметом больших прений между гидрологами. Гидролог С. Никитин считал торфяные болота регулятором питания рек: торфяная залежь, насыщаясь весенними водами, отдаст

свои запасы рекам постепенно в течение всего лета и тем поддерживает в них хороший для судоходства уровень; проведение же по торфянику водоотводных каналов влечет быстрый сток весенних вод и прекращение летнего питания рек.

Против такого взгляда систематически возражал гидролог Е. Оппоков, который базировался на следующих ныне признанных основных положениях. Торфяная залежь обладает огромной влагоемкостью, или вернее водоёмкостью, большой капиллярной способностью и ничтожной водопроницаемостью; вследствие этого насыщенный с весны водою торфяник держит воду, как губка, и расходует ее лишь на испарение; если насыщенную водою губку положить на тарелку, то напрасно рассчитывать, что вода из губки потечет в тарелку и из нее через края: губка высохнет, отдав всю свою воду испарением в атмосферу. И хуже того: если в тарелку подливать воды, то губка втянет ее в себя, поднимет по капиллярам вверх и испарит. Торфяная залежь лежит очень часто во впадине, в которую стекают поверхностные и грунтовые воды с прилегающих возвышенностей. Эти воды поглощаются торфом, поднимаются по капиллярам его на поверхность и испаряются. Сколько ни выпадет летом дождя на торфяную залежь, весь он поглотится торфом и испарится. Не станем здесь приводить ряда примеров того, как с болотных массивов в десятки тысяч гектаров в засушливые годы не идет в реку ни капли воды. Иное дело, если дождь выпадает на песчаную почву: вся вода также поглотится, но в атмосферу уже не испарится, — высохший верхний слой песка не может увлажняться водою снизу, так как капиллярность песка очень мала, и скопляющаяся в песке грунтовая вода движется по подстилающему песку глинистому грунту к рекам.

С проведением по торфянику сети осушительных канав, особенно доходящих до минерального дна его, условия меняются: весенние воды скатываются в реки быстрее, и потому весеннее половодье рек, при массовом осушении болот, будет несколько выше. Зато задержавшийся с весны в торфе избыток воды сверх влагоемкости его находит в течение всего лета выход в канавы, поступая в них через дно, и идет по канавам на летнее питание рек. Если канава доходит до минерального дна болота, то приходящие по этому грунту на торфяник воды с прилегающих возвышенностей также поступают в канаву и в реки, а не поднимаются торфом вверх. В течение всего лета с малых и больших болот можно видеть сток воды по магистральной канаве. Поэтому осушение болот имеет последствием: усиленный сток воды в реки весной, непрерывный сток воды в реки в летнее время, уменьшение испарения воды с поверхности в летнее время. В результате создается уменьшение влажности воздуха и улучшение климата в районах избыточного увлажнения.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПОСТАНОВЛЕНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО КОМИТЕТА И СОВЕТА НАРОДНЫХ КОМИССАРОВ СОЮЗА ССР О ПОРЯДКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ВОЗМЕЩЕНИЯ УБЫТКОВ ОТ ПОВРЕЖДЕНИЙ ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ*

Центральный исполнительный комитет и Совет народных комиссаров Союза ССР постановляют:

1

1) Для определения убытков от повреждения земельных угодий при производстве топографо-геодезическими органами Народного комиссариата по военным и морским делам, вышших советов народного хозяйства или народных комиссариатов земледелия топографо-геодезических работ образуются на местах работ распоряжением сельских (и соответствующих им) советов согласительных-оценочных комиссии в составе: председателя сельского (или соответствующего ему) совета (председатель комиссии), представителя соответствующего топографо-геодезического отряда или партии и представителя соответствующего земельного общества, сельскохозяйственного коллектива или совхоза.

Примечание. В случае повреждения земельного угодья, принадлежащего лицу, не входящему в состав земельного общества, в состав согласительной-оценочной комиссии приглашается сам потерпевший или его представитель.

2) Заявления о повреждении делаются потерпевшими председателю сельского (или соответствующего ему) совета не позднее семи дней со дня повреждения.

3) По получении заявления о повреждении поврежденных угодий не позднее пяти дней после подачи заявления с таким расчетом, чтобы отряд или партия могли командировать своего представителя для участия в согласительной-оценочной комиссии.

4) Комиссии предоставляется право при осмотре поврежденных угодий привлекать понятых, а при определении убытков — сведущих лиц.

5) При определении убытков комиссия руководствуется средними рыночными ценами данного района.

6) Комиссия составляет на месте осмотра акт, в котором помещаются следующие сведения: а) состав комиссии и время производства осмотра; б) наименование отряда или партии и производителя работ, произведшего повреждение; в) месяц и число производства повреждения; г) в чем пользовании находится поврежденное угодье; д) фамилии понятых и сведущих лиц, если таковые были привлечены; е) размер и род произведенного повреждения; ж) расчет понесенных землевладельцем убытков.

В случае, если между сторонами не достигнуто соглашение, в акте должен быть обозначен предмет разногласия.

Акт, подписанный сторонами без возражений, не может ими оспариваться. Комиссия по требованию сторон выдает им копии акта.

7) В случае отсутствия разногласий между сторонами убытки возмещаются не позднее недельного срока подлежащим отрядом или партией, а в случае выбытия отряда или партии из данной местности — уездным (окружным) военным комиссариатом, местным органом высшего совета народного хозяйства или народного комиссариата земледелия за счет топографо-геодезического отряда или партии.

В случае недостижения соглашения потерпевшие в праве искать возмещения убытков в общем порядке.

* „Собр. законов“, № 19, ст. 200, от 1927 г.

II

С изданием настоящего постановления утрачивает силу постановление Совета народных комиссаров Союза ССР от 16 октября 1926 г. о порядке определения и возмещения убытков от повреждений земельных угодий при производстве топографо-геодезических работ („Собр. Зак. Союза ССР“, 1926 г., № 71, ст. 547).

Председатель Центрального исполнительного комитета Союза ССР

М. Калинин.

Председатель Совета народных комиссаров Союза ССР

А. Рыков.

Секретарь Центрального исполнительного комитета Союза ССР

А. Енукидзе.

Москва, Кремль, 30 марта 1927 г.

ПОСТАНОВЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ РСФСР от 31 марта 1927 г. О НАКЛАДНЫХ РАСХОДАХ НА СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ, ПРОИЗВОДИМЫЕ ГОСУДАРСТВЕННЫМИ УЧРЕЖДЕНИЯМИ И ОРГАНИЗАЦИЯМИ И ЖИЛИЩНОЙ КООПЕРАЦИЕЙ*

Экономическое совещание РСФСР постановило:

Утвердить взамен утратившего силу за истечением срока действия „Положения о начислении накладных, операционных и прочих расходов при составлении предварительных и операционных смет на строительные работы, производимые государственными учреждениями и организациями, а также жилищной кооперацией, на строительный сезон 1926 г.“ („С. У.“, 1926 г., № 37, ст. 293) прилагаемое при сем „Временное положение о начислении накладных, операционных и прочих расходов при составлении смет на строительные работы, производимые государственными учреждениями и предприятиями, а также жилищной кооперацией, на строительный сезон 1927 г.“.

Зам. председателя Экономического совещания РСФСР

Т. Рыскулов.

Управляющий делами Экономического совещания РСФСР

В. Смольянинов.

Москва, Кремль, 31 марта 1927 г.

ВРЕМЕННОЕ ПОЛОЖЕНИЕ О НАКЛАДНЫХ, ОРГАНИЗАЦИОННЫХ И ПРОЧИХ РАСХОДАХ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ СМЕТ НА СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ, ПРОИЗВОДИМЫЕ ГОСУДАРСТВЕННЫМИ УЧРЕЖДЕНИЯМИ И ПРЕДПРИЯТИЯМИ, А ТАКЖЕ ЖИЛИЩНОЙ КООПЕРАЦИЕЙ, НА СТРОИТЕЛЬНЫЙ СЕЗОН 1927 ГОДА

1) При составлении калькуляций и смет основными расходами считаются расходы на строительные материалы и заработную плату, исчисленные на основании норм Урочного положения, урочных ведомостей и справочников, с изменениями и дополнениями, утверждаемыми Советом труда и обороны Союза ССР, или исчисленные на основании практических данных для строительных работ, не нормированных указанными выше источниками, но обоснованных надлежащими соображениями и подсчетами.

2) Начисления, производимые в процентном отношении на основные расходы, состоят из 4 групп: а) начисление на заработную плату, б) начисление на стоимость строительных материалов, в) расходы на вспомогательные работы, г) начисление на содержание администрации с падающими на нее хозяйственными и организационными расходами.

3) Нормальная номенклатура начислений на заработную плату и их величины в процентном отношении от заработной платы выражаются: а) отпуска — 4%, выходное пособие — 3,4%, недовыработка в предпраздничные дни и законные пропуски — 0,5%, проездные — 1%, приспособление и наем помещений для общежитий — 2,2%.

* „Собр. узак.“, 1927 г., № 31, ст. 212.

постройком и делегаты, включая хозяйственные расходы, — 1%, культработа — 1,25%, ученичество — 1,5%, территориальный сбор — 0,25%, спецодежда — 0,50%, всего по лит. „а“ — 15,6%; б) социальное страхование — согласно существующим законоположениям.

Примечание 1. При исчислении процентных начислений по лит. „а“ таковые, за исключением случаев, предусмотренных примечаниями 2 и 3, не должны превышать указанных 15,6%, но внутри по отдельным наименованиям могут изменяться в ту или другую сторону, в зависимости от характера работ, объема их и местных условий.

Примечание 2. При постройке барачков для размещения рабочих должна быть обоснована экономическая целесообразность их применения. Стоимость этих барачков исчислять по смете, причем в этом случае общая сумма начислений на барачки, проездные для рабочих и приспособление и наем помещений для общежитий должна укладываться ориентировочно в 6% заработной платы.

Примечание 3. В случае крайней необходимости массовой перевозки квалифицированных рабочих, удостоверенной местными органами Народного комиссариата труда, допускается и включение дополнительных расходов на перевозку по особой смете.

4) Стоимость строительных материалов принимается с доставкой на место работ, причем вводится дополнительный расход на горизонтальное перемещение строительных материалов лишь в исключительных случаях, выходящих за пределы предусмотренного восьмидесятиметрового перемещения по Урочному положению.

Допускается начисление на стоимость материалов до одного процента включительно на покрытие расходов по хранению материалов, окарауливанию, страховке и утере.

5) Вспомогательные работы исчисляются согласно § 7 Урочного положения, с изменениями и дополнениями, утвержденными Советом труда и обороны Союза ССР, в процентном отношении от основной заработной платы и стоимости строительных материалов с установленными по ст. ст. 3 и 4 настоящего положения начислениями. В случаях, требующих согласно § 7 Урочного положения исчисления вспомогательных работ по специальным сметам, таковые составляются в соответствии со ст. ст. 1, 3 и 4 настоящего положения.

6) Стоимость всего технического, контрольного и прочего административного аппарата с падающими на него хозяйственными и организационными расходами как для проектирования, так и для исполнения сооружения, исчисляется в размере до 5% от заработной платы, стоимости строительных материалов и вспомогательных работ со всеми вышеуказанными начислениями на них.

7) Вышеупомянутые проценты могут быть изменены для крупных затажных работ специального характера, в зависимости от фактических начислений и в согласии с установленными законоположениями.

Отступления в отношении исключительных случаев могут иметь место лишь со специального разрешения президиума Высшего совета народного хозяйства, с последующим доведением до сведения Экономического совещания РСФСР.

8) Перерасходы при выполнении строительных смет, согласно § 13 Урочного положения или в силу непредвиденных стихийных явлений, вызывающих длительные перерывы в работах, должны покрываться дополнительными ассигнованиями, испрашиваемыми в установленном порядке.

Зам. председателя Экономического совещания РСФСР

Т. Рыскулов.

Управляющий делами Экономического совещания РСФСР

В. Смольянинов.

Москва, Кремль, 31 марта 1927 г.

1. Книги, имеющие историческое значение

- Энгельман, Теоретическое и практическое руководство к осушению угодий, 1810.
 Стойкович, Систематическое изложение способов обезводнения мокрых болотных почв и осушения топей, 1827.
 Ученый комитет Мин. госуд. имуществ, Наставление по осушению и возделыванию болот, 1857.
 Гамм, Утроенный доход с земли, 1855.
 Введенский, Руководство к осушению и возделыванию болот, 1858.
 Леклерк, Практическое руководство по дренажу. Перевод с французского. 1860.
 Фалевич, Лекции о дренаже, 1860.
 Лекуте, Основы, улучшающие землю и хозяйство, 1889.

2. Литература до 1917 г.

- Сибирцев, Почвоведение.
 Гейнц, Об осадках, количестве снега и об испарении на речных бассейнах Евр. России, 1898.
 Оппоков, Режим речного стока в бассейне верхнего Днепра, 1913.
 Оппоков, О величине коэффициента стока на больших речных бассейнах, 1909.
 Оппоков, О гидрологической роли болот, 1909.
 Оппоков, Статьи в Технической энциклопедии.
 Власов, Материалы по климатологии Московской губ., 1914.
 Лоске, Обзор работ по сельскохозяйственной метеорологии, 1912.
 Ежемесячные метеорологические бюллетени Главной физической обсерватории.
 Годовые сводки Главной физической обсерватории.
 Воейков, Климат Полесья, 1899.
 Танфильев, Геоботанический очерк Полесья, 1899.
 Жилинский, Очерк работ Западной экспедиции по осушению болот, 1899.
 Августинович, Отчеты по исследованию и осушению болот.
 Остафьев, Осушение болот, 1902.
 Усов, Культура болот, 1911.
 Иванович и др., Материалы по исследованию торфяников Виленской губернии, 1915.
 Колесов, Поемные луга в долине р. Лопани, 1889.
 Петров, Болота долины р. Яхромы, 1912.
 Аболин, Опыт эволюционной классификации болот, 1914.
 Пиотровский, Практика осушения болот, 1913.
 Костяков, Основные элементы расчета осушительных систем, 1916.
 Вихляев, Торфяные болота, 1914.
 Кирсанов, К вопросам опытного изучения болот Полесья в целях культуры, 1914.
 Оппоков, Материалы по исследованию рек и речных долин Полесья, 1916.
 Оппоков, Материалы по исследованию болот Черниговской губ., 1905.
 Шовгенов, Землечерпание при мелиоративных работах, 1913.
 Водарский, Хворостяные работы, 1913.
 Дингельштедт, Сельскохозяйственная гидравлика, 1904.
 Труды XI Международного судоходного конгресса в 1908 г. Издание 1911 г.
 Винцент, Орошение и осушение полей и лугов. Пер. с нем. 1910.
 Кравчинский, Сборник статей „Из Лисинской дачи“, 1916.

- „Материалы по вопросу о возобновлении крупных осушительных работ в Волынском Полесье“. Под редакцией Шаблыгина и Любинедского, 1913.
 „Материалы по вопросу о возобновлении гидротехнических работ в Полесье“. Под редакцией Оппокова, 1911.
 Оппоков, Результаты осушительных работ в казенных дачах, 1913.
 Эрдели, Об осушительных работах в Минской губ., 1910.
 Дубах, Экономические результаты осушительных работ в казенных дачах Минской губ., 1911.
 Кобранов, К вопросу о происхождении болотной сосны. „Изв. Лесного института“, 1912.
 Берш, Руководство по культуре болот. Перевод с немецкого. 1914.
 Кузнецкий, Болотное хозяйство Рудня-Радовельская. Отчеты за 1915 и 1916 гг.
 „Развитие культуры болот в Германии за последние 25 лет“, 1910.
 Шаблыгин, Таблица для расчета каналов, 1913.
 Ежегодники Отдела земельных улучшений за 1909—1915 гг.
 „Труды 2-го съезда инженер-гидротехников“, 1913.
 Ридигер, Об осушении болот испарением, 1915.

3. Издания после 1917 г.

- Оппоков, К вопросу о нормах стока для осушительных каналов по данным 20-летних наблюдений, 1923.
 Доктуровский, Болота и торфяники, развитие и строение их, 1922.
 Сукачев, Болота, их образование, развитие и свойства, 1926.
 Флейшер, Устройство лугов и пастбищ на болоте и уход за ними, 1922.
 Чугунов, Отчет о деятельности Баглачевского опытного участка Владимирской губ., 1922.
 Григорьев и Герасимов, Шатурская болотная система, 1921.
 Савкин, Культура болот, 1923.
 Пермьяков, Мелиорация рек в целях улучшения лесосплава, 1924.
 Кирсанов, Анализ урожайности главнейших культур, испытывавшихся на Минской болотной станции, 1925.
 Шиперко, Материалы по экономической оценке культуры болот, 1925.
 Гетманов, К вопросу об эволюции лугов и болот, 1924.
 Бартель, Торфяное хозяйство, 1924.
 Горячкин, Основы проектирования торфяных хозяйств, 1926.
 Рожнов, Беседы по сел.-хоз. мелиорации, 1927.
 Дубах, Пути к уточнению проектирования осушительных работ, 1927.
 Дубах, Сельскохозяйственная мелиорация, 1927.
 Спарро, Мелиоративные изыскания, 1928.
 Костяков, Основы мелиораций, 1927.
 Костяков, Перспективы мелиораций, 1922.
 Акулов, Брилинг, Марцелли, Курс внутренних водяных сообщений, 1927.
 Ридигер, К вопросу об орошении болот, 1925.
 Труфанов, Очерк главных сплавных рек Казанского края, 1923.
 „Сборник инструкций для производства гидрометрич. работ НКЗ Украины“, 1925.
 Владычанский, Гидрометрия, 1924.
 Павловский, Гидравлический справочник, 1924.
 Оппоков, Сельско-господарская гидротехника, 1925.
 Бельский, Сельскохозяйственная гидротехника, 1927.
 „Первое всероссийское мелиоративное совещание 15—22 февраля 1926 г.“
 Савкин, Отчеты Новгородской болотной опытной станции.
 Тромбачев, Орошение и осушение, 1924.
 „Из результатов работ по опытной мелиорации“, 1925.
 „Колонизационные работы Мурманской железной дороги“, вып. 1, 2, 3, с 1926 г.
 Гейтман, Пособие для подбора сечений осушительных и оросительных каналов, 1928.
 Брудастов, Осушение болот и регулирование водоприемников, 1928.
 Арнольд, Машина в строительном деле, 1927.
 Близняк, Производство исследований рек, 1927.
 Кондиба, Регулирование рек, 1927.

- Пермьяков и др., Мелиорация Марийских сплавных рек, 1928.
 Решетников, Механизация мелиоративных работ, 1929.
 Тарасов, Материалы по изучению мелиораций Западной области, 1929.
 Оппоков, Осушение земель, 1930 (на украинском языке).
 Умняков, Осушение болот помощью механического водоподъема, 1930.
 Материалы Технического комитета НКЗ РСФСР:
 Вып. 13. Инструкция по устройству каналов с мелиоративной целью, сост. Д. М. Михаленко.
 Вып. 15. Инструкция по эксплуатации осушенных земель, сост. Н. Я. Чернобородов.
 Вып. 21. Инструкция для производства экономических обследований и расчетов при составлении мелиоративных проектов, сост. Н. С. Фролов.
 Вып. 23. Инструкция для производства изысканий и составления проектов с целью осушения болот и заболоченных земель открытыми канавами, сост. Р. П. Спарро.
 Вып. 25. Номограммы для расчетов каналов и труб, сост. М. В. Потапов.
 Вып. 27. Инструкция для гидрометрических работ, сост. Е. Н. Белкова.

4. Периодическая литература и выпуски

- „Известия Московского общества изучения и использования болот“, 1915—1917.
 „Мелиорационный журнал“, 1913—1915.
 „Болотоведение“, журнал Минской болотной станции, 1912—1917. Статьи: Флерова, Кирсанова, Дубаха, Ганжа, Млинаруча, Черного и др.
 „Известия Научно-мелиорационного института“, 1922—1929 гг. Статьи: Юрьева, Спарро, Никольского, Макридина и др.
 „Труды Государственного института сел.-хоз. мелиорации“. Статьи: Брудастова, Корнева, Ридигера, Иванова, Гетманова, Мурашева и др.
 „Известия Научно-экспериментального торфяного института“, 1922.
 „Вестник торфяного дела“.
 „Материалы Западной опытно-мелиоративной организации“. Статьи: Спарро, Дубаха, Фролова, Кайгородова, Киселева, 1922—1924.
 Выпуски I—VI научно-исследовательских работ Наркомзема Белоруссии. Очерки: Дубаха, Фролова, Киселева, Лейвикова.
 „Лесной журнал“. Статьи: Шабака, Высоцкого, Кобранова и др.
 „Опытно-мелиоративный вестник“ с 1927 г.
 „Известия Научно-исследовательского института водного хозяйства Украины“
 Статьи Оппокова, 1927—1929 гг.

5. Немецкая литература (основная)

- „Handbuch der Ingenieurwissenschaften“. Teil III, Band 7.
 Schewior, Die Bodenmelioration, 1910.
 Strecker, Die Kultur der Wiesen, ihr Wert, ihre Verbesserung und Pflege, 1927.
 Weber, Ueber die Vegetation und Entstehung der Hochmoors Augstmal in Memeldelta, 1902.
 Коппелла, Die Entwässerung der Moore, 1905.
 Friedrich, Kulturtechnischer Wasserbau, 1912.
 Krüger, Kulturtechnischer Wasserbau, 1921.
 „Der Kulturtechniker“. Периодич. журнал, Бреславль.
 Vogler, Grundlehren der Kulturtechnik, 1907.
 „Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur“. Берлин. Периодическ. журнал.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Азота накопление 7.
- База формула 68, 134, 135.
 Батометр Глушкова 69.
 Бермы 178, 228.
 Болота верховые 25;
 — древесные 14;
 — лесные 22, 25;
 — моховые 16, 17, 22;
 — низовые 25;
 — переходные 15, 25;
 — плоские 122;
 — смешанные 25;
 — сфагновые 16, 25;
 — торфяные 7;
 — травногипновые 25;
 — травяные 22.
 Болот дифференцировка поверхности 21;
 — классификация 24;
 — орошение 192;
 — осадка 96;
 — покров 111;
 — распространение 38;
 — рост 29;
 — способы осушения 180, 184, 191;
 — торфяных строение 27.
 Болотная флора 24.
 Болотоведение 8.
 Болотообразования процесс 7, 115;
 — на водоемах 8;
 — на суходолах 23;
 Ботанические исследования 71.
 Бурав преслеровский 72;
 — трость 56.
 Бурение подпочвы 42.
 Бурзон Сытина 54.
 Бур Войслава 54;
 — Гиллера 54;
 — тарелочный 56.
 Буровые скважины 47, 109.
- Ватерпас 238.
 Вертушки 68.
 Вивианит 29.
 Визирки 237.
 Винклера формула 204.
 Водоемы 8, 111.
 Водосборные площади рек 69.
 Водного режима регулирование 54, 192.
 Воды анализ 197;
 — горизонт 81, 99, 180;
 — движение 79, 84, 95;
 — скорость течения 84, 110, 131.
- Скорость наибольшая 137;
 — наименьшая 140.
 Водяные мельницы 49, 65.
 Ворота 237.
 Воронки 228.
 Воронкова лот 70.
 Выемки вычисления объема 203.
- Газена формула 86.
 Гангюлье и Куттера формула 79,
 131, 136.
 Гати, въезды 272.
 Геологические исследования 69.
 Гидрологические исследования 71.
 Гидрометрические работы 66.
 Гониометр 77, 237.
 Гончарные трубы 42.
 Грунта выбрасывание 161;
 — вырезка 159;
 — определение 53.
 Грунтовые воды 69.
 Грунтовых вод приток 109.
 Грядование 189.
- Дамбы 49, 181, 188.
 Депрессии кривая 81;
 — угол 110.
 Дороги на болотах 300;
 — сеновозные 301;
 — сметы 302;
 — среднего типа 302;
 — тяжелого типа 303.
 Дренаж 119, 153, 155;
 — вертикальный 189.
 Дренажа горизонт действия 110.
 Дрены деревянные 42;
 — каменные 42;
 — полземные 42;
 — торфяные 42;
 — фашинные 42.
- Заболачивания причины 23, 49.
 Записка пояснительная 209.
 Запруды мельничные 65.
 Землемерная цепь 53.
 Землесос 246, 248.
 Землечерпалки 243.
 Землечерпалки грейферные 250;
 — одночерпаковые 243, 249;
 — многочерпаковые 245, 249;
 — шпичовые 244.
 Землечерпалок понтоны 247;
 — производительность 246.

- Земли неудобные 40.
 Земляные работы 217.
 — — машинным способом 243.
 — — ручным способом 219.
 Злаки плотно-кустовые 8.
 Зонд металлический 53;
 — торфяной Гиллера 70;
 — Сукачева 70.

- Изучение местности 49.
 Изыскания 45;
 — инструментальные 49;
 — мелиоративные 45;
 — общие 45;
 — специальные 47.
 Изысканий организация 77;
 — программы 47.
 Ил глинистый 8;
 — известковый 8;
 — торфяной 8.
 Инструкции по изысканиям 73.
 Испарения 82, 107, 110, 190.
 Исследования ихтиологические 71.

- Кавальеры 146, 159, 228, 237.
 Канав глубина 110, 150;
 — горизонт действия 110;
 — деформация 256;
 — зарастание 258;
 — засорение 258;
 — объемы 203;
 — откосы 144;
 — повороты 121;
 — поперечное сечение 156, 161;
 — профили 201;
 — расстояние между собой 98;
 — ремонт 255;
 — старых измерение 61;
 — трассировка 75, 124;
 — уклон 141;
 — ширина по дну 162, 176, 179.
 Канавы боковые 121, 142;
 — картовые 107;
 — контурные 124;
 — ловчие 124;
 — магистральные 46, 75, 114, 142;
 — нагорные 42, 184, 224;
 — оросительные 196;
 — осушительные 79, 86, 108, 114;
 — открытые 42.
 Канализации степень 98, 168.
 Каналы водоотводные 80;
 — магистральные 42, 114;
 — обводные 118.
 Канаты 237.
 Кательные доски 233.
 Кирки 237.
 Кислоты апокреновые 23;
 — гумусовые 10;
 — креновые 23;
 — перегнойные 17, 24;
 — угольные 17, 24;
 — ульминовые 7.
 Климата влияние 107.

- Колодцы водосборные 42;
 — скважины 56.
 Кольматаж 187, 197.
 Кочки грунтовые 26;
 — древесные 26;
 — землемерные 26;
 — насыпные 26;
 — травяные 26.
 Культур полевых урожан 103.
 Курени для рабочих 239.
 Кюветы 229.

- Лента стальная 53, 237.
 Лесов рост 103.
 Лимниграфии курс 71.
 Литература использованная 336.
 Лопаты 234.

- Магистральи водоотводные 116;
 — нагорные 119;
 — окранные 119.
 Магистралей прорытие 228.
 Маннинга формула 136.
 Мари 24.
 Мензула 64.
 Мерзлоты вечный слой 23.
 Минеральные образования 28.
 Мостов въезды 272;
 — высота 271;
 — длина 266;
 — измерение 65;
 — материалы 273;
 — сметы 274;
 — ширина 271.
 Мохового покрова нарастание 30.
 Мхи белые 15, 20;
 — гипновые 12;
 — сфагновые 15, 20.

- Насос диафрагмовый 226.
 Нивелирование 46, 57;
 — на болте 57;
 — по реке 65.
 Нивелир Цейса 61.
 — Эго 65.

- Обваловывание 181.
 Оборудование партии 77.
 Объемы выемок 203.
 Овраги действующие 120.
 Озер исследование 70;
 — ихтиологическое 71;
 — планы 70;
 — промеры 70.
 Озера вторичные 21.
 Окна на болоте 22.
 Определение глубины торфа 53.
 Органических веществ процесс разложения 7.
 Орошения действия 197;
 — приемы 194.
 Орштейновый слой 23.
 Осадки атмосферы 103, 163, 190.
 Осмотр местности 48.

- Осушения агрономические условия 150;
— гидрологические 332;
— нормы 153;
— приемы 42;
— результаты 310;
— степень 100, 110.
Осушение канавами открытыми 42.
Откосов таблицы 147;
— укрепление 297.
- Палетка 69.
Пантометр 64.
Партий оборудование 77;
— состав 77.
Пеннинга опыты 81.
Перемычка из дерева 222, 264;
— из кольев 221.
Перемычки брезентовые 222, 264;
— пластинчатые 263.
Перепады 287.
Персонал технический 242.
Пикетаж 50, 76.
Пикетный кол 75.
Пилы 237.
Плав 22.
План рабочий 73.
Планиметр 69.
Польдеры 182.
Пост водомерный 66;
— дождемерный 46;
— речный 66;
— свачный 66.
Постановления правительства 334.
Потока водяного поперечное сечение 67;
— гидравлический радиус 67, 131;
— живое сечение 67;
— поверхностная скорость 67;
— средняя скорость 68, 131, 140.
Почвы влагоемкость 87;
— водопроницаемость 84;
— капиллярность 88;
— свойства 84, 108;
свойства тепловые 90.
Поймы 63;
— заболоченные 63.
Притоки со стороны 108.
Проекты осушительных работ 74, 77,
98, 201.
Пушица 20.
- Работ подготовка общественная 70;
— организация 238, 255;
— производительность 78, 240;
— экономическая 70.
Рабочих продовольствие 239.
Растительность болотная 24, 193.
Растительность водная 8, 219;
— древесная 12;
— травяная 15.
Рек исследование 62;
— регулирование 42, 62, 219;
— спрямление 42, 116, 229.
Ремонт беглый 262;
— капитальный 262.
- Ремонтные работы 262.
Ремонтный прибор 264.
Репера 66, 72.
Речки вторичные 21.
Руслу вторичные 22;
— проточные 49.
Русел очистка 219;
— промеры 66;
— съемка 64;
— углубление 116, 221.
Ручьев малых измерение 61.
Рычаги 237.
Рюльмана таблицы 308;
— формула 306.
- Сапропель 8.
Сена урожай 101, 151.
Сенокосы сырые 100.
Сметы 208.
Совки 238.
Сплавина 22.
Сток воды 111, 163.
Стока нормы 163, 166.
— топографические условия 164;
— формула практическая 170.
Стратометр Перфильева 70.
Суходольный луг 23.
Сфагнум 20, 23.
Съемка местности 50;
— геодезическая 61;
— мензульная 64;
— триангуляционная 64.
- Тачки 232.
Тахиметр Глушкова 69.
Теодолит 64, 76.
Температуры влияние 7.
Тонь моховая 14;
— ольховая 15.
Толкмиа таблицы 308;
— топоры 237;
— формула 306.
Торф древесный 28;
— жидкий 22;
— осоковый 28;
— печеночный 8;
— сфагновый 28.
— хвощевый 10.
Торфа высушивание 94;
— глубины определение 53;
— давление 93;
— осадка 97, 115, 255;
— химический состав 35.
Торфообразование 8.
Траверы 186.
Травы болотные 8;
— водные 8;
— луговые 8.
Трасс возобновление 217.
Трассировка канав 75.
Тундры заболачивание 23.
- Угломерный инструмент 237.
Уклонов величина 48.

- Уклонов влияние 111;
— направление 47.
Укрепление откосов 297.
- Фашинные укрепления 298.
Физические свойства торфяных образований 27.
- Химический состав торфа 35.
Ходовые линии 52, 64.
- Черпаки 237.
- Шаблоны 237.
Шахты 229.
Шези формулы 79, 131.
- Шероховатости коэффициент 79, 131.
Шлюзов описание 284;
— расчеты 286;
— сметы 288.
Шлюзы 183, 195, 272.
Шпетле нормы стока 167.
Шурфы-ямы 56.
Шуфли 237.
- Экономические результаты осушительных работ 310.
Экономических сведений собрание 71, 111.
Экскаватор скреперный 253.
- Ямы-шурфы 56.

