

УДК 631.6 (476.4)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ ЛЕССОВО-ЗАПАДИННЫХ ЗЕМЕЛЬ

В. И. ЖЕЛЯЗКО

33

Ключевые слова:

Natural meliorative zoning, performed on the basis of analysis of the structure of soil cover with the separation of land reclamation sites, which differ from each other by the response to drainage, requires different methods for regulating the water and air regime. On the territory of the East Belarusian Province five landscape areas are distinguished, which are divided into two groups according to the diversity of landscape structure. The first group, which has no analogues in the territory of the Republic, includes regions with a predominance of elevated loess landscapes. It is Gorki-Mstislavl landscape zone, located in the north-east of the province. The second group consists of regions with a predominance of medium-altitude secondary morainic landscapes. It includes Shklov, Pronia-Dnieper and Klimovichi landscape zones. The article summarizes experience and presents results of production research into the improvement of methods of land reclamation of loess-and-sink lands. We have shown that the sink relief is a serious obstacle to the use of high-performance agricultural machinery, reducing its productivity by 12-33%. We have described methods of land reclamation, their characteristics and application conditions. We have proposed new schemes of structures arranged on reclamation systems for the organization of surface runoff.

Key words: water-air regime, landscape zone, loess-and-sink land, melioration.

Введение

Горецко-Мстиславский район характеризуется преобладанием волнисто-западинных природно-территориальных комплексов (ПТК). Особенностью их поверхности является обилие западин, образовавшихся в результате суффозионных процессов на лессовидных суглинках и лессах. Количество западин в расчете на 100 га местами достигает 60–100. Площадь отдельной западины колеблется в пределах 0,01–0,6 га, а глубина достигает 2 м. Форма западин блюдцеобразная, овальная, контуры четкие. Они (западины) часто расположены цепочками. Более 70 % западин имеют площадь до 0,2 га и глубину от 0,2 до 1,0 м. Такие земли имеют неоднородный водно-воздушный режим. Это связано с тем, что в западинах застаивается поверхностная вода в течение 2–3 месяцев и более за вегетационный период. По этой причине западины не используются в сельском хозяйстве и, как правило, заняты закустаренными осоковыми лугами на дерново-глееватых суглинистых почвах.

Наличие земель с западинным рельефом является серьезным препятствием для применения высокопроизводительной сельскохозяйственной техники, производительность которой в зависимости от характера сельскохозяйственных работ снижается на 12–33 %.

Первые предложения по осушению лессово-западинных земель в Беларуси появились в середине 60-х гг. XX в. и к настоящему времени разработан ряд способов их мелиорации. Среди них особое место занимают мероприятия, предназначенные для ускорения поверхностного стока избыточных вод и регулирования водного режима. Это создает условия для эффективной работы сельскохозяйственной техники и гарантирует получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур [2–4].

Анализ литературных источников показывает, что при осушении лессово-западинных земель достаточно широко применяют ликвидацию (раскрытие) западин и понижений. При этом западины глубиной до 0,15 м и площадью до 0,05 га засыпаются в процессе выполнения планировки мелиорируемых земель длиннобазовым планировщиком. При глубине западин от 0,15 до 0,50 м и площадью более 0,05 га предусматривается их раскрытие искусственными ложбинами стока или устройством в них колодцев-поглотителей с отводным закрытым коллектором.

Для отвода поверхностных вод из раскрываемых замкнутых понижений (западин) устраивают искусственные ложбины стока. Их устраивают при глубине раскрываемых западин глубиной 0,15 м и более, а также по естественным тальвегам и незамкнутым понижениям поверхности мелиорируемых земель. Глубина ложбин 0,2–0,6 м, уклон дна не менее 0,002. Как правило, эти западины выполняют засеваемыми. В отдельных случаях под дном засеваемой тальвеговой ложбины целесообразно устраивать подложбинный коллектор с колонками-поглотителями для обеспечения отвода поверхностных вод, задерживающихся в мелких понижениях и растительном покрове дна и откосов ложбины, а также своевременное понижение уровня грунтовых вод под ложбиной. Для отвода из замкнутых понижений слоя поверхностной воды более 0,15 м и при невозможности или экономической целесообразности засыпки или раскрытия понижений ложбинами применяют колодцы-поглотители. Конструкция этих колодцев проектируется по типовым проектным решениям, разработанным РУДНП «Институт мелиорации» [5].

Из замкнутых понижений с плоским дном при слое поверхностной воды менее 0,15 м и технической невозможности или экономической нецелесообразности их раскрытия или засыпки, отвод воды предусматривается закрытыми собирателями (дренажем) с установкой колонок-поглотителей, т. е. пунктирной засыпкой дренажной траншеи песчано-гравийной смесью.

В качестве локальных водоприемников для сброса поверхностного и дренажного стока западинных земель проектируются водоемы-копани. При наличии относительно компактной группы из нескольких западин на месте наиболее низкой из них устраивается водоем-копань, грунт из которого используется для засыпки остальных близлежащих западин. При осушении пашни и пастбища с большим объемом стока в комплексе с водоемами предусматриваются сооружения для сброса воды в гидрографическую сеть в случае переполнения водоема в период весеннего половодья и обильных летне-осенних дождей.

Основная часть

Методологической и теоретической основой исследований и последующего анализа их результатов явилось рассмотрение эволюционных преобразований в результате антропогенной деятельности, происходящих в системе «вода – почва – растения». Использован системный подход при исследовании взаимоотношений человека с окружающей средой в общей форме, заложенный в работах основоположников сельскохозяйственной и мелиоративной науки. Учитывая сложность мелиоративного и сельскохозяйственного освоения лессово-западинных земель в рассматриваемом регионе, на основании предложений и разработок РУДНП «Институт мелиорации» РУП «Белгипроводхоз» разработан проект и построена опытная мелиоративная система «Мелиорация земель с западинным рельефом в СПК «Мазоловский» Мстиславского района Могилевской области». Опытная мелиоративная система включает девять отдельных участков с различными способами мелиорации земель [6]. Перечень способов мелиорации и их проектные технико-экономические показатели приведены в табл. 1.

Таблица 1. Способы мелиорации земель с западинным рельефом на объекте «Мазоловский» Мстиславского района (цены по состоянию на 01.06.2017)

№ варианта	Способы мелиорации земель по вариантам	Площадь варианта, га (нетто)	Капитальные вложения, тыс. рублей		Окупаемость на год полного освоения, лет	Коэффициент экономической эффективности
			всего	удельные на 1 га		
1	Отвод поверхностных вод колодцами-поглотителями различных конструкций	5,0	16,652	3,33	9	0,1

2	Засыпка замкнутых понижений с устройством через седловину ложбины стока без дополнительных мероприятий	13,6	26,661	1,96	5	0,2
3	То же с устройством выборочного гончарного дренажа	6,7	15,162	2,26	6	0,16
4	То же с устройством пластмассового дренажа различных марок	11,9	42,140	3,54	9	0,1

обсыпку и через нее передается в основной фильтрующий водопоглощающий элемент и далее в отводящий коллектор, по которому отводится за пределы участка. При увеличении расходов и уровней часть воды через перфорацию поступает непосредственно в основной фильтрующий водопоглощающий элемент. Если уровень воды продолжает повышаться, то часть ее поступает непосредственно в основной фильтрующий водопоглощающий элемент, а часть передается в него через отрезки перфорированных труб и соединительные муфты дополнительного фильтрующего элемента. При дальнейшем повышении уровня воды она поступает также и через перфорацию заглушки. Такой режим работы обеспечивает водопоглощающую способность колодца равной пропускной способности отводящего коллектора. Колодец-поглотитель поверхностного стока, показанный на рис. 2а, состоит из основного и дополнительного фильтрующих водопоглощающих элементов из перфорированных труб, заглушенных с обоих концов. Основной фильтрующий водопоглощающий элемент выполнен из перфорированной трубы диаметром, не превышающим диаметр отводящего коллектора. Наличие дополнительного фильтрующего элемента увеличивает пропускную способность и уменьшает вероятность поступления плавающего мусора в полость водоотводящего коллектора. В процессе работы вода с поверхности почвы фильтруется через обсыпку 6 из материала с высокой водопроницаемостью и через нее передается в основной фильтрующий водопоглощающий элемент 1 и далее в отводящий коллектор 2, по которому отводится за пределы участка. При увеличении расхода и уровня поверхностной воды часть ее поступает непосредственно в основной фильтрующий водопоглощающий элемент 1 через его перфорацию. При дальнейшем повышении уровня воды часть ее поступает непосредственно в основной фильтрующий водопоглощающий элемент 1, а часть передается в него через отрезки перфорированных труб 4 дополнительного фильтрующего элемента. Отличительной особенностью колодца-поглотителя поверхностного стока, конструкция которого показана на рис. 2б, является наличие объемного фильтрующего элемента, выполненного из перфорированной трубы и уложенного в виде спирали, закрепленной на внутренней стенке ограждающего железобетонного кольца.

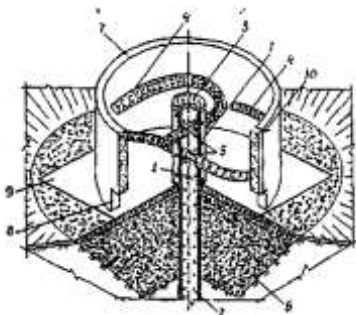


Рис. 2а. Конструкция колодца-поглотителя поверхностных вод с пластмассовым водоприемным элементом [8]:

1 – основной фильтрующий водопоглощающий элемент; 2 – отводящий коллектор; 3 – перфорированная заглушка; 4 – дополнительный фильтрующий водопоглощающий элемент; 5 – водоприемные отверстия; 6 – обсыпка из материала с высокой водопроницаемостью; 7 – ограждающее железобетонное кольцо; 8 – водопропускные отверстия; 9 – опорная плита; 10 – бандаж

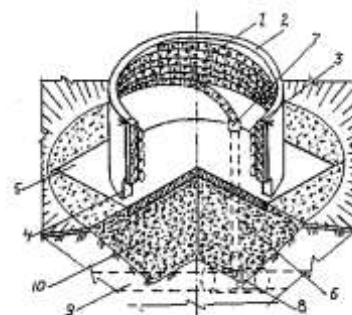


Рис. 2б. Конструкция колодца-поглотителя поверхностных вод с объемным водоприемным элементом [9]: 1 – фильтрующий водопоглощающий элемент; 2 – ограждающее железобетонное кольцо; 3 – бандаж; 4 – водопропускные отверстия; 5 – опорная плита; 6 – отводящий коллектор; 7 – соединительная муфта; 8 – тройник; 9 – отводящий коллектор высшего порядка; 10 – обсыпка из материала с высокой водопроницаемостью

Для отвода воды из колодцев-поглотителей необходимо предусматривать сбросные коллекторы. В условиях холмисто-западного рельефа и значительных уклонов поверхности для уменьшения протяженности открытой сети, увеличения площади контуров сельскохозяйственных угодий и коэффициента земельного использования целесообразно с помощью колодцев-поглотителей отводить поверхностный сток из придорожных кюветов, небольших оградительных каналов и распланных тальвегов по закрытым отводящим коллекторам в открытую проводящую сеть. Кроме колодцев-поглотителей, в комплекс сооружений по организации поверхностного стока входят колонки-поглотители и дрены с засыпкой траншей

местным хорошо водопроницаемым грунтом. Они обеспечивают отвод воды из замкнутых понижений в проводящую сеть или в водоемы-копани. Данный тип сооружений является составной частью мелиоративных систем и проектируется в увязке с остальными ее элементами водоприемника, открытой и закрытой проводящей сетью, подпорными и переездными сооружениями, регулирующей сетью, дорогами. Наиболее часто применяют колонки-поглотители, в которых поверхностные воды по пахотному горизонту поступают в дренажные трубы. Их выполняют в виде отрезков траншейной засыпки, используя для этого материал с высокой водопроницаемостью [2].

Недостатком такой конструкции, является неравномерность осушения площади поля. Такие колонки-поглотители с наибольшей эффективностью отводят воду с поверхности и из почвенных слоев, расположенных над ней и в непосредственной близости от нее. Поэтому их устраивают в пониженных элементах рельефа. Однако даже при проведении планировочных работ в процессе обработки почвы микропонижения (глубиной до 15 см) постоянно перемещаются по площади поля, сдвигаясь на 5–10 метров и более. При выпадении осадков они заполняются водой, которую необходимо отводить за нормативные сроки (0,5–2 суток) на большие расстояния, причем, в основном, по пахотному слою почвы. Учитывая то, что коэффициент фильтрации пахотного слоя для тяжелых почв обычно не превышает 2 м/сут., это резко снижает эффективность работы известных колонок-поглотителей поверхностного стока. Часть избыточной воды, протекающей по поверхности почвы на относительно большие расстояния, способствует эрозионным процессам. Поглотительная способность известной конструкции значительно меньшая, чем, например, у закрытых собирателей, так как у нее меньшая площадь фильтрующего элемента. Для повышения равномерности осушения площади поля и повышения эффективности работы колонок-поглотителей приходится уменьшать расстояние между ними. Это, в свою очередь, резко увеличивает стоимость мелиоративной системы, так как основные затраты идут на укладку дренажных труб и устройство засыпки из материала с высокой водопроницаемостью.

Для устранения отмеченных недостатков была разработана усовершенствованная колонка-поглотитель. Принципиальная схема разработанной конструкции приведена на рис. 3, на котором показано, что колонка-поглотитель состоит из вертикального фильтрующего элемента 1, выполненного из материала с высокой водопроницаемостью и соединяющего закрытую дрена (или дренажный коллектор – колонка-поглотитель может устраиваться как на дрене, так и на коллекторе) 2 с пахотным слоем 3 почвы [10]. Вертикальный фильтрующий элемент 1 соединен с дополнительными фильтрующими элементами 4, выполненными из нескольких слоев материалов с высокой водопроницаемостью. Причем слой 5 в середине и нижней части дополнительного фильтрующего элемента должен обладать наибольшей водопроницаемостью, а верхний слой 6 выполняется из материала, не подверженного деформации в этом слое, например, из крупнозернистого песка.



Рис. 3. Принципиальная схема колонки-поглотителя.

1 – вертикальный фильтрующий элемент; 2 – закрытая дрена; 3 – пахотный слой почвы;
4 – дополнительный фильтрующий элемент; 5 и 6 – слои дополнительного фильтрующего элемента

В процессе осушения вода с поверхности почвы фильтруется через пахотный слой, попадает в дополнительные фильтрующие элементы и вертикальный фильтрующий элемент, а через них передается в закрытую дрена (или закрытый коллектор) и отводится за пределы участка.

Благодаря наличию дополнительных фильтрующих элементов и расположению их в плане в виде отрезков, расходящихся от вертикального фильтрующего элемента под углом к закрытой дрене, значительно уменьшается путь фильтрации по пахотному слою

почвы из любой точки поля до фильтрующих элементов, а также путь движения воды по поверхности поля. Это уменьшает время отвода воды с поверхности и пахотного слоя почвы и увеличивает равномерность осушения поверхности поля. Угол 60° расположения дополнительных фильтрующих элементов относительно дренажных линий и друг к другу обеспечивает наиболее равномерное расположение дополнительных фильтрующих элементов по площади поля. По мере приближения к вертикальному элементу водосборная площадь каждого дополнительного фильтрующего элемента возрастает, поэтому возрастает и расход воды, проходящей по нему. Для обеспечения оптимальных условий пропуска расходов дополнительные фильтрующие элементы выполняют с площадью поперечного сечения, увеличивающейся по мере приближения этого сечения к вертикальному фильтрующему элементу. При этом нижняя граница дополнительного фильтрующего элемента выполняется с уклоном в сторону вертикального фильтрующего элемента. Это увеличивает скорость движения воды. В целом все это также повышает водоотводящую способность колонки-поглотителя поверхностного стока и способствует уменьшению времени отвода воды с поверхности и пахотного слоя почвы. Дополнительные фильтрующие элементы колонки-поглотителя выполняют многослойными с наибольшей водопроницаемостью в их середине и нижней части, т. е. образуют обратный фильтр, препятствующий заилению дополнительных фильтрующих элементов при поступлении в них воды из пахотного слоя почвы. Для увеличения срока службы конструкции верхний слой фильтрующих элементов, контактирующий с пахотным слоем почвы, устраивают из материала, не подверженного деструкции в этом слое, например, из крупнозернистого песка. Это значительно увеличивает сроки разложения древесины и других органических материалов [11]. Следует также учитывать то, что эта конструкция допускает простую и технологичную замену дополнительных фильтрующих элементов без переустройства вертикального фильтрующего элемента, который находится в лучших условиях с точки зрения долговечности работы, а кроме того, может быть выполнен из более долговечных материалов. В 2015 г. были проведены производственные испытания разработанной колонки-поглотителя. В табл. 2 приведены результаты наших наблюдений за формированием стока осушительной системы в вариантах опыта с традиционными и усовершенствованными колонками-поглотителями.

Таблица 2. Площадь микропонижений, заполненных поверхностным стоком, м²/га

Период наблюдений	Варианты колонок-поглотителей	
	1 – традиционная	2 – усовершенствованная
Предпосевной период	27,0	18,9
Летние дождевые паводки	25,8	20,8
Осенние паводки	31,7	19,3
В среднем за вегетационный период	28,2	19,6
% по отношению к варианту 1	-	43,9

Как следует из приведенных данных общая площадь затопленных понижений в варианте с традиционными поглотителями колебалась от 25,8 до 31,7 м² на 1 га. В среднем за период вегетации она составила 28,2, а в варианте с усовершенствованными поглотителями – 19,6 м² на гектар, что на 43,9 % меньше. Более существенное влияние на площадь затопленных микропонижений оказывало состояние поверхности поля. В условиях покрытия поверхности поля густой растительностью трав влияние рельефа на величину стока снижалось за счет растений. При этом особенно значимым было влияние трав второго и третьего годов пользования.

Как показали производственные наблюдения, применение предлагаемой конструкции позволяет существенно увеличить расстояние между колонками-поглотителями поверхностного стока. Учитывая то, что основные затраты идут на устройство дренажных линий и вертикальных фильтрующих элементов, в целом предлагаемая конструкция позволяет существенно снизить стоимость мелиоративной системы, увеличивая эффективность ее работы.

Заключение

На основе анализа специальной литературы и выполненных исследований на данном

этапе можно рекомендовать следующие наиболее приемлемые по технико-экономическим показателям способы освоения западных земель. Такие как засыпка замкнутых понижений с устройством через седловину ложбины стока без дополнительных мероприятий (вариант 2 объекта «Мазоловский»). Удельные капвложения составляют в текущих ценах 1,96 тыс. руб./га. Кроме того, рекомендуется организация экологических ниш путем аккумуляция поверхностного стока водоемами-копанями с одновременной засыпкой соседних западин (упрощенный вариант 9 без мелиорации земель выборочным дренажем). С учетом применения одной копань на площади не менее 10 га и отсутствия дренажа удельные капвложения составят в текущих ценах до 4,23 тыс. руб./га.

Для увеличения эффективности и срока действия ложбин землепользователю необходимо проводить за ними постоянный уход. Для этого трассу ложбины (дно и откосы) выравнивают после пахоты (либо засевают травами) с тем, чтобы исключить застой воды. Этого можно достичь путем боронования, планировки, прикатывания. При засеве трав ложбины периодически обкашивают.

Из неглубоких западин, когда застой воды в них наблюдается в весеннее время или во время летних дождей, удалить ее можно бороздованием (глубина борозды до 0,2–0,3 м) с отводом воды в водоприемник. Борозды ликвидируются во время вспашки, а нарезаются при образовании луж.

При более глубоких западинах (до 0,5–1,0 м) применяют метод водоемов-копаней (или устройства экологических ниш). Определяют группу западин, расположенных на небольшом расстоянии друг от друга (до 200–300 м). В западине, расположенной в самом пониженном месте устраивают водоем-копань с помощью экскаватора. Вынимаемый грунт используют для засыпки близлежащих западин, предварительно сняв в них растительную почву и переместить ее в специальные отвалы за пределами зоны строительных работ. После завершения работ растительный грунт разравнивается (возвращается) на местах затронутых строительством. Засыпка понижений контролируется нивелировкой. Если после выполнения этих работ западины неполностью засыпаны, воду из них отводят в созданный водоем по ложбинам. Размеры копань зависят от водосборной площади западин, из которых удаляют воду. Имеющиеся построенные искусственные водоемы-копань имеют длину до 60–80 м и ширину до 10–40 м. Средняя глубина до 3 м. Глубина воды в водоеме должна быть не менее 1 м, чтобы не развивалась водно-болотная растительность. Объем воды, который аккумулируется в водоеме, рассчитывают на сбор талой воды с водосброса, охваченного мелиорацией. Сведения о запасе воды в снеге к началу таяния (среднемультилетние) можно получить в районной метеостанции. Западины, из которых удаляется вода, должны систематически обрабатываться, окультуриваться с внесением в них повышенных доз минеральных удобрений.

1. Ландшафты Белоруссии / Под ред. Г. И. Марцинкевич, Н. К. Клицуновой. – Минск: БГУ, 1989. – 240 с.
2. Михайлов, Г. И. Осушение тяжелых почв / Г. И. Михайлов. – Горки, 2000. – 64 с.
3. Мелиоративные системы и сооружения. Нормы проектирования. ТКП 45-3.04-8-2005 (02250). – Минск, 2006. – 106 с.
4. Осушительно-увлажнительные системы. Нормы проектирования. ТКП/ПР 1/45-3.04-8-2009 (02250). – Минск, 2009. – 118 с.
5. Типовые проектные решения Б. 820-01-1.05. Облегченные колодцы-поглотители на осушительных системах: Альбом 1. – Минск: РУП «Институт мелиорации», 2007. – 124 с.
6. Архитектурный проект «Мелиорация земель с западным рельефом в СПК «Мазоловский» Мстиславского района Могилевской области». – Минск, Белгипроводхоз, 2006.
7. Колодец-поглотитель поверхностного стока : пат. 8950. Респ. Беларусь, МПК Е 02 В 11 /00 / М. В. Нестеров, В. И. Желязко, Д. В. Желязко, Н. Н. Михальченко; заявитель УО «Белгоссельхозакадемия»; заявл. 16.03.2012; опубл. 28.02.2013 // Афіцыйны бюл. /Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – №12.
8. Колодец-поглотитель поверхностного стока: пат. 8951 Респ. Беларусь, МПК Е 02 В 11 /00 / М. В. Нестеров, В. И. Желязко, Д. В. Желязко, Н. Н. Михальченко; заявитель УО «Белгоссельхозакадемия»; заявл. 16.03.2012; опубл. 02.11.2012 // Афіцыйны бюл. /Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 12.
9. Колодец-поглотитель поверхностного стока : пат. 8952 Респ. Беларусь, МПК Е 02 В 11 /00 / М. В. Нестеров, В. И. Желязко, Д. В. Желязко, Н. Н. Михальченко; заявитель УО «Белгоссельхозакадемия»; заявл. 16.03.2012; опубл. 02.11.2012 // Афіцыйны бюл. /Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 12.
10. Голченко, М. Г. Совершенствование конструкций сооружений для организации поверхностного стока на мелиоративных системах / М. Г. Голченко, Д. В. Желязко // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически

устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сб. науч. трудов. В.9. – Рязань, 2011. – С. 40–47.

11. Преображенский, К. И. Биологическая утилизация древесины на мелиорируемых землях / К. И. Преображенский. – М., 1988. – 31 с.