

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Мелиоративно-строительный факультет

**ИННОВАЦИОННОЕ МЫШЛЕНИЕ
В МЕЛИОРАЦИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ.
ПОИСК МОЛОДЕЖИ**

Материалы Республиканской научно-практической конференции
студентов, магистрантов, аспирантов и соискателей

Горки, 4 июля 2024 г.

Горки
БГСХА
2024

УДК 628.8:001.895(06)

ББК 38.778я43

И66

Редакционная коллегия:

Ю. Н. Дуброва (гл. ред.), А. С. Кукреш (отв. за выпуск),
А. А. Боровиков, Т. Н. Ткачева, Д. В. Яланский

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент А. С. Анженков;
директор государственного предприятия «Витебскгипроводхоз»
М. С. Самохвалов

И66 **Иновационное мышление в мелиорации и строительстве. Поиск молодежи** : материалы Республиканской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и соискателей / редкол.: Ю. Н. Дуброва (гл. ред.) [и др.]. – Горки : БГСХА, 2024. – 138 с.
ISBN 978-985-882-550-8.

В сборнике собраны научные статьи студентов, магистрантов, аспирантов и соискателей, представленные на конференции «Иновационное мышление в мелиорации и строительстве. Поиск молодежи».

Ответственность за достоверность предоставленной информации несут авторы. Предназначен для студентов, магистрантов и аспирантов, занимающихся научно-исследовательской деятельностью.

УДК 628.8:001.895(06)

ББК 38.778я43

ISBN 978-985-882-550-8

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2024

УДК 631.626.2

Баженов А. С., магистрант

Мазаева А. Н., аспирант

ВОЗДЕЙСТВИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ДРЕНИРОВАНИЯ НА ДИНАМИКУ УРОВНЯ ПОЧВЕННО-ГРУНТОВЫХ ВОД

Научный руководитель – Дуброва Ю. Н., канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: водный режим, уровень почвенно-грунтовых вод, тяжелые суглинистые почвы, тяжелые минеральные почвы.

Аннотация: Наблюдения за режимом грунтовых вод позволяет выявить тесную зависимость уровней от работоспособности дренажа, условий его эксплуатации и длительности использования, а также от особенностей погодных условий.

Keywords: water regime, groundwater level, heavy loamy soils, heavy mineral soils.

Summary: Observations of the groundwater regime make it possible to identify a close dependence of the levels on the performance of the drainage, its operating conditions and duration of use, as well as on the characteristics of weather conditions.

Для выращивания сельскохозяйственных культур требуется определенный водный режим, учитывающий биологические особенности растений. Важным показателем водного режима является уровень почвенно-грунтовых вод. При осушении минеральных слабопроницаемых почв основная задача дренажа заключается в обеспечении нормальных условий проведения весенне-полевых работ, механизированной обработки почв весной, а также посева и уборки урожая.

Обработка тяжелых суглинистых почв возможна при понижении уровня почвенно-грунтовых вод на 45–50 см от поверхности земли, посев – при глубине 50–70 см. В вегетационный период грунтовые воды должны находиться на глубине не выше 80–100 см для многолетних трав и 100–130 см – для зерновых культур.

При осушении тяжелых минеральных почв исходит из времени освобождения пахотного слоя от верховодки. Для этого необходим быстрый отвод воды из верхнего слоя почвы.

Наиболее интенсивное снижение уровней почвенно-грунтовых вод в предпосевной и начальный период вегетации растений отмечается на вариантах с глубоким рыхлением и очисткой дрен от ила. В последующие периоды года уровни почвенно-грунтовых вод были ниже глу-

бины заложения дрен, и лишь во второй половине сентября они поднимались на отметку, близкую к глубине закладки дрен (120 см).

Прослеживается тесная связь уровней почвенно-грунтовых вод с количеством и интенсивностью выпадающих осадков. В сухой период уровень почвенно-грунтовых вод находился ниже 150 см в начале июля, и подъем его, несмотря на осадки, отмечался только в третьей декаде сентября. Во влажный период почвенно-грунтовые воды опускались ниже глубины заложения дрен в конце июля – начале августа, их подъем отмечался во второй половине сентября. За годы исследований уровень почвенно-грунтовых вод на различный участок одной и той же системы заметно отличался. Более близкое залегание почвенно-грунтовых вод обусловлено худшей работой дренажа из-за длительного использования дренажной системы, особенностей залегания дренажных труб и кольматации грунта над дренажной трубой.

Влияние очистки дренажных труб и глубокого рыхления проявлялось на всех опытных участках. Так в предпосевной и начальный периоды вегетации глубина залегания грунтовых вод увеличивалась на фоне с рыхлением почвы в среднем на 9–18 см.

Это обусловлено разрыхленностью плотных водонепроницаемых слоев, которая способствовала более интенсивному снижению уровней верховодки. В связи с небольшим сроком эксплуатации и незначительным заиливанием дренажной системы влияние очистки дрен было менее выражено в динамике уровней почвенно-грунтовых вод. При этом разница в уровнях на вариантах с очищенными и неочищенными дренажными трубами варьировала в пределах 3–6 см.

Изменения в уровнях почвенно-грунтовых вод на других системах имели аналогичный характер. Однако следует учитывать, уровни почвенно-грунтовых вод находились ближе к поверхности земли, что связано с более продолжительной эксплуатацией и большей заиленностью дренажной системы. На фоне глубокого рыхления уровни почвенно-грунтовых вод в среднем за предпосевной и начальный периоды вегетации находились глубже от поверхности земли на 9–11 см.

Влияние очистки дрен проявилось в меньшей степени, чем при глубоком рыхлении, особенно в первый период последействия. В среднем уровень почвенно-грунтовых вод находился ниже от поверхности земли на 5–7 см на вариантах с очисткой дрен, где он составлял 85–92 см, чем на вариантах 1 и 3 с неочищенными от ила дренажами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гулюк, Г. Г. Гидрологические свойства и продуктивность дерново-подзолистых оглеенных почв при различных режимах и продолжительности работы гончарного дре-

нажа / автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Москва. – 2000. – 19 с.

2. Дуброва, Ю. Н. Использование природных ландшафтов в сельскохозяйственном производстве в условиях изменения климата / Ю. Н. Дуброва, Д. М. Лейко, А. А. Боровиков // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2020. – № 2(78). – С. 112-117.

3. Тютюнник, Д. А. Глубокое рыхление минеральных осушенных почв // Мелиорация земель Полесья и охрана окружающей среды: сб. тр. – Вып. 1. – Минск, 1977. – 93 с.

4. Роде, А. А. Основы учения о почвенной влаге. Водные свойства почв и передвижение почвенной влаги / А. А. Роде. – Л.: Гидрометиздат, 1965. – С. 219–283.

5. Кулаковская, Т. Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев / Т. Н. Кулаковская. – Минск: Урожай, 1978. – 270 с.

6. Автоматизация инженерных систем: учеб.-метод. пособие / Ю. Н. Дуброва [и др.]. – Горки: БГСХА, 2020. – 414 с.

7. Сычев, В. Г. Тенденция изменения агрохимических показателей плодородия почв Европейской части России / В. Г. Сычев. – М.: ЦИНАО, 2000. – С. 8–9.

УДК 631.626.2

Баженов А. С., магистрант

Мазаева А. Н., аспирант

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ОГЛЕЕННОЙ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ДРЕНАЖА

Научный руководитель – Дуброва Ю. Н., канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: мелиорация, гранулометрический состав, дерново-подзолистые оглеенные почвы.

Аннотация. Свойства дерново-подзолистых почв, особенно в верхних горизонтах, изменяются вследствие перемешивания слоев в результате проведения мелиоративных мероприятий и сельскохозяйственных обработок. Эффективность мелиоративной системы снижается с увеличением срока действия в связи с заилением дренажной системы.

Keywords: reclamation, granulometric composition, sod-podzolic gleyed soils.

Summary. The properties of soddy-podzolic soils, especially in the upper horizons, change due to the mixing of layers as a result of reclamation measures and agricultural treatments. The effectiveness of the reclamation system decreases with increasing duration due to siltation of the drainage system.

Состояние мелиорированных земель определяется водно-физическими и агротехническими свойствами почвы, влияющими на продуктивность сельскохозяйственных угодий.

Наиболее важной физической характеристикой, определяющей сложение и строение почв, является гранулометрический и микроагрегатный состав. Гранулометрический состав влияет на водно-воздушный и тепловой режимы, на поглотительную способность почвы, накопление в ней гумуса и элементов питания. Содержание в почве воды и воздуха определяется структурой механических частиц, степенью их агрегирования. Качественные различия механических элементов определяются минералогическим составом почв по глубине почвенного профиля.

Вследствие перемешивания слоев в результате проведения мелиоративных мероприятий и сельскохозяйственных обработок изменяются свойства дерново-подзолистых почв, особенно в верхних горизонтах. При этом механически разрушается структура почв пахотного и подпахотного слоев и этим в определенной степени нарушается гранулометрический состав.

Почвы по гранулометрическому составу оставались тяжелосуглинистыми с примерно таким же распределением механических элементов, как и до их осушения на мелиоративных системах, где продолжительность эксплуатации мелиоративной системы составляла 5–8 лет. Здесь также преобладали крупная пыль (более 50 %) и ил (более 25 %). Проведение глубокого рыхления не вызывало изменений гранулометрического состава, однако прослеживается тенденция незначительного снижения содержания илистой фракции в верхнем слое почвы (0–20 см) и перемещения ее в подпахотные слои (40–60 см).

Подобное состояние наблюдалось на мелиоративных системах, где срок действия дренажа соответственно составлял 10–13 и 22–25 лет. Мелиорированные земли по гранулометрическому составу не изменились по сравнению с состоянием до осушения и оставались тяжелосуглинистыми с примерно аналогичным распределением фракций по глубине почвенного профиля независимо от продолжительности окультуривания и проведения глубоких мелиоративных обработок. В то же время при изучении морфологии почв на дренированных участках было отмечено затухание признаков гидроморфизма.

Данные по гранулометрическому составу дерново-подзолистых оглеенных почв свидетельствуют о том, что в почвенном профиле резко снижается содержание илистых и мелко-пылеватых фракций,

но увеличивается содержание более крупных частиц, по сравнению с количеством соответствующих фракций, полученных при гранулометрическом анализе. Наибольшее содержание (более 60 %) принадлежит крупно-пылевой фракции.

Содержание средней пыли в микроагрегатном составе возросло в 1,8–2,0 раза по сравнению с гранулометрическим составом (18–21 %). Увеличилось также количество песчаных фракций. Следует отметить, что с глубиной почвенного профиля несколько возрастает содержание илистых, мелко и среднепылевых частиц, но при этом снижается содержание более крупных фракций.

При увеличении срока действия дренажа с 5–13 лет до 22–25 лет наблюдалось некоторое ухудшение микроагрегатного состава. Среднее значение фактора дисперсности в слое грунта 0–60 см составило 15,1 %, а в слое 0–20 см – 13,5 %. Проведение глубокого рыхления способствовало снижению фактора дисперсности в верхнем слое почвы (0–20 см) до 13 %. В слое 30 см снижение фактора дисперсности при глубоком рыхлении почвы составляло 1,6 %.

Улучшению водно-воздушного режима и повышению продуктивности сельскохозяйственных земель способствует устройство закрытой мелиоративной сети на тяжелых дерново-подзолистых почвах с междренными расстояниями 18 м и глубиной 1,2 м. Эффективность мелиоративной системы снижается с увеличением срока действия в связи с заилением дренажной системы.

Вышеизложенные данные свидетельствуют о тенденции улучшения микроагрегатного состава осушенных почв в вариантах с глубоким рыхлением независимо от срока действия дренажа. Особенно четко эта тенденция просматривается в подпахотном горизонте вследствие его разрушения глубоким рыхлением, несмотря на наличие глыбистой структуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гулюк, Г. Г. Эффективность работы закрытого дренажа в зависимости от мелиоративных мероприятий и срока его действия / Г. Г. Глюк // Мелиорация и водное хозяйство. – 1999. – № 6. – С. 59–62.
2. Кулаковская, Т. Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев / Т. Н. Кулаковская. – Минск: Урожай, 1978. – 270 с.
3. Сычев, В. Г. Тенденция изменения агрохимических показателей плодородия почв Европейской части России / В. Г. Сычев. – М.: ЦИНАО, 2000. – С. 8–9.
4. Желязко, В. И. Сельскохозяйственные мелиорации: учеб.-метод. пособие / В. И. Желязко, В. М. Лукашевич. – Горки: БГСХА, 2020. – 250 с.
5. Гулюк, Г. Г. Гидрологические свойства и продуктивность дерново-подзолистых

оглеенных почв при различных режимах и продолжительности работы гончарного дренажа: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Г. Г. Глюк. – Москва, 2000. – 19 с.

6. Автоматизация инженерных систем: учеб.-метод. пособие / Ю. Н. Дуброва [и др.]. – Горки: БГСХА, 2020. – 414 с.

7. Дуброва, Ю. Н. Перспективы культивирования сои в условиях Республики Беларусь / Ю. Н. Дуброва, Е. А. Вчерашний // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. материалов XVI Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 кн., Барнаул, 9–10 февр. 2021 г. – Кн. 1. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2021. – С. 148–149.

УДК 628.143

Богданович В. А., студент 1-го курса

ТРУБОПРОВОДЫ И КАНАЛЫ ВОДООТВОДЯЩИХ СЕТЕЙ

Научный руководитель – Васильева Н. В., канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Для устройства водоотводящей сети применяют трубы и каналы, разнообразные по форме поперечного сечения: круглые, полукруглые, полуэллиптические, прямоугольные, трапецеидальные. Форма поперечного сечения трубы должна удовлетворять гидравлическим, статическим, экономическим и эксплуатационным требованиям.

В городских водоотводящих сетях наиболее часто применяют трубы круглого сечения как в бытовой, так и дождевой сети. У них по сравнению с другими сечениями труб лучшие гидравлические показатели. Они наиболее экономичны по затратам материала на их изготовление, хорошо сопротивляются внешним нагрузкам, удобны при укладке и в эксплуатации. С увеличением диаметра коллектора круглого сечения давление грунта и временной нагрузки достигает значительной величины. В отдельных случаях применяют трубы, имеющие полукруглое сечение. Для уменьшения усилий в стенках и их толщины своду канала придают такое очертание, при котором кривая давления проходит в средней трети толщины свода. Этим требованиям удовлетворяет полуэллиптическое сечение. Статическим условиям также хорошо удовлетворяют каналы эллиптической формы. Недостатком такого сечения является то, что высота канала и глубина заложения больше, чем для труб круглого сечения при одинаковой пропускной способности. Кроме того, известно, что в каналах эллиптического сечения быстро отлагаются осадки, поэтому каналы с эллиптической формой сечения применяют для отведения производственных сточных вод, не содержащих тяжелых примесей.

Иногда применяют яйцевидную (овоидальную) форму трубопроводов, которая выдерживает высокие статические и динамические нагрузки, но недостаток такого сечения такой же, что и каналов эллиптической формы.

В условиях водонасыщенных грунтов и плывунов используют коллекторы лотковой формы что позволяет уменьшить заглубление сети. Лотки и каналы выполняют прямоугольной или трапецеидальной формы из сборных железобетонных элементов.

Материал труб, из которого выполняется водоотводящая сеть, должен удовлетворять особым требованиям: долговечность и надежная эксплуатация. Трубы должны быть без деформации, воспринимать постоянную нагрузку от веса грунта и временную нагрузку от движения транспорта, быть устойчивыми против коррозии, разрушения от транспортируемой жидкости и непроницаемыми для жидкостей, бактерий, вирусов и газов; иметь гладкую внутреннюю поверхность и быть достаточно дешевыми.

Для водоотводящих трубопроводов используют самотечные безнапорные железобетонные, бетонные, керамические, пластмассовые трубы и железобетонные, а напорные водоотводящие трубопроводы выполняют из напорных железобетонных, стальных и пластмассовых труб.

Материал труб, из которых прокладывается водоотводящая сеть, выбирают в зависимости от состава сточных вод, гидрогеологических условий на трассе коллектора, пересечений с подземными коммуникациями, дорогами и другими препятствиями. Для водоотводящих сетей используют следующие виды труб:

1) бетонные безнапорные предназначены для прокладки безнапорных трубопроводов, используемых для отведения бытовых и атмосферных сточных вод, а также грунтовых и производственных жидкостей, не агрессивных по отношению к бетону и уплотняющим материалам стыковых соединений;

2) железобетонные безнапорные – выпускают нормальной и повышенной прочности, изготавливают того же вида соединений и форм поперечного сечения, как и бетонные безнапорные трубы. При выборе марки бетона, применяемого для изготовления груб, следует учитывать агрессивность сточных вод и грунтов в районе прокладки трубопроводов;

3) керамические, изготавливаемые из кремнекислой пластичной огнеупорной глины, применяют при строительстве безнапорных быто-

вых и производственных водоотводящих сетей, а также сетей в агрессивных грунтах. Их выпускают диаметром от 150 до 600 мм, длиной 1000 и 1200 мм с раструбными стыковыми соединениями. Раструбное стыковое соединение имеет на наружной стороне конца ствола и внутренней стороне раструба не менее пяти нарезок – канавок глубиной не менее 3 мм. Керамические трубы вследствие долговечности, водонепроницаемости и стойкости против агрессивного воздействия грунтовых и сточных вод получили большое распространение;

4) стальные электросварные для напорных трубопроводов различного назначения диаметром свыше 150 мм выпускают двух типов: прямошовные и со спиральным швом.

Трубы стальные электросварные прямошовные выпускают с наружным диаметром от 426 до 1420 мм, длиной от 5000 до 18 000 мм. Стальные трубы имеют гладкие концы с фаской и соединяются с помощью электродуговой сварки.

В системах водоотведения стальные трубы используют в основном для водоводов, в которых внутреннее давление может превышать 10 МПа, а также при укладке труб в макропористых грунтах, в сейсмических районах, при устройстве переходов под железнодорожными и автомобильными магистралями, при устройстве дюкеров, т.е. в условиях, где требуется хорошая сопротивляемость труб динамическим нагрузкам и изгибающим усилиям. Стальные трубы имеют существенные преимущества по сравнению с чугунными: они выдерживают большее внутреннее давление, большая длина стальных труб уменьшает количество стыков, что упрощает строительные-монтажные работы при прокладке труб. Стальные трубы дороже по сравнению с чугунными, подвержены коррозии, поэтому требуют антикоррозионного покрытия;

5) пластмассовые из винилпласта и фторопласта изготавливают диаметром от 100 до 400 мм, длиной 6000, 8000, 10 000, 12 000 мм со стыковым соединением на резиновых уплотнителях. Их применяют для безнапорных и напорных трубопроводов (давление от 0,5 до 0,25 МПа) для отвода агрессивных сточных вод с температурой воды не более 30 °С.

Напорные полиэтиленовые трубы изготавливают диаметром до 1200 мм. Срок службы полиэтиленовых труб зависит от условий эксплуатации (давления и температуры).

Достоинствами полиэтиленовых труб являются коррозионная устойчивость, гидравлическая гладкость внутренних стенок, простота

механической обработки и сварного соединения. Недостатки этих труб – большой коэффициент линейного расширения и малая сопротивляемость раздавливанию.

Пластмассовые трубы для самотечной и стальных напорной сетей используют при прокладке в труднодоступных пунктах строительства, вечно мерзлых и просадочных грунтах, в местах переходов через водные преграды и других местах, где возможны механические повреждения труб.

Трубы, используемые для прокладки водоотводящих сетей, укладывают непосредственно на выровненное и утрамбованное дно траншеи. В скальных грунтах укладывают трубы на подушку толщиной не менее 10 см из песчаного и гравелистого грунта; в илистых, торфяных и других слабых грунтах – на искусственное основание.

Водонепроницаемость и долговечность водоотводящей сети обеспечиваются тщательной заделкой соединений при укладке труб.

Коллекторы диаметром свыше 1,5 м выполняют из керамических или бетонных блоков и из сборных железобетонных элементов, конструкции которых выбирают в зависимости от размеров и способа производства работ. При открытом способе производства работ можно применять сборный железобетонный коллектор круглой формы.

Керамические раструбные трубы соединяют таким образом: гладкий конец трубы вставляют в раструб, при этом для заделки стыка гладкий конец обвертывают на половину длины борозд просмоленной пеньковой пряждю, выверяют правильность положения трубы, подконопачивают смоляную пряжу стальной конопаткой и лишь после этого приступают к заделке стыка.

При заделке стыков асфальтовой мастикой свободную половину раструба заливают расплавленной мастикой, изготовляемой из трех частей асфальта и одной части гудрона или битума марки БНШ, чтобы повысить стойкость такого стыка, к мастике добавляют известковую муку, золу, песок. Перед заливкой мастикой поверхности раструба и труб хорошо высушивают. Такой стык достаточно эластичен и хорошо противостоит химическому воздействию сточных вод.

При заделке цементом стыки получаются жесткими, а со временем цементные стыки разрушаются под воздействием агрессивных грунтовых вод. Состав цементного раствора должен быть 1:1 или 1:2.

Стыки раструбных бетонных труб, как и керамических, заделывают асфальтовой мастикой. Для лучшего сцепления поверхности бетона с мастикой стыкующую часть поверхности труб предварительно про-

грунтовыми жидким горячим раствором битума марки БНШ с растворителем (бензолом или сольвентом).

Трубы с гладкими концами соединяют муфтами из железобетона. Стыки заделывают либо целиком цементным раствором, либо часть зазора между трубой и муфтой заполняют пеньковой прядью. Стыки можно также заделывать резиновыми уплотнительными кольцами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Водоотведение: учебник / Ю. В. Воронов [и др.]. – М.: ИНФРА-М, 2007. – 415 с.
2. Калицун, В. И. Гидравлика, водоснабжение и канализация: учеб. пособие / В. И. Калицун, В. С. Кедров, Ю. М. Ласков. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 2000. – 397 с.
3. Проектирование пластмассовых трубопроводов. Справочные материалы / под ред. В. С. Ромейко. – М.: ТОО «Изд. ВНИИМП», 2001. – 134 с.

УДК 531.4:63

Богданович В. А., студент 1-го курса
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИЛЫ ТРЕНИЯ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Научный руководитель – Кириленко Л. Е., канд. с.-х. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Сила трения скольжения больше силы трения качения. Но почему же пользуются в зимнее время санями? Часто можно видеть, как трактор на огромных санях везёт целую скирду сена или соломы. И иногда скирда движется и без саней: она обвязана крепким стальным тросом, и трактор везёт её по снегу. Если мы разделим силу трения на силу давления, создаваемую транспортируемым телом, то получим коэффициент трения. Чем он меньше, тем меньшая сила требуется для передвижения тела. Опытным путём установлено, что коэффициент трения при движении саней по снегу очень мал. Приведём данные о коэффициентах трения скольжения для различных материалов (данные относятся к случаю движения).

1. Чугун по чугуну 0,16
2. Чугун по бронзе 0,21
3. Сталь по железу 0,19
4. Мягкая сталь по мягкой стали 0,14
5. Дерево по дереву 0,32-0,6

6. Деревянные полозья по гладкому деревянному настилу 0,38
7. Деревянные полозья по снегу или льду 0,035
8. Деревянные полозья, обитые железом, по снегу или льду 0, 02

Вспомним, что сила трения – это сила, возникающая при движении одного тела по поверхности другого и препятствующая движению. Тогда на основании этих цифр можно сказать, что если везти воз на санях с полозьями, обитыми железом, по снегу, то к нему нужно приложить силу, составляющую 2 % от его веса. Например, сани с сеном весят 5 000 Н, а сила, необходимая для их равномерного передвижения по снегу (равная силе трения), составит: $5\,000\text{ Н} * 0,02 = 100\text{ Н}$, но если же сани передвигать по деревянному настилу, то сила трения будет больше: $5\,000\text{ Н} * 0,38 = 1\,900\text{ Н}$. Известно, что во время весенней распутицы трактор с санями легко идёт в поле, так как там сохранились ещё хорошие зимние дороги. С большим трудом тянут те же возы в селе по земле. Это происходит потому, что изменяется коэффициент трения. Трение помогает человеку в сельскохозяйственных работах. Чтобы выдернуть из земли один стебель льна, нужно приложить силу 5 Н. На одном квадратном метре растёт до 1 500 стеблей. Раньше, когда не было машин для уборки льна, труд этот был очень тяжёлым. Но вот на помощь пришла льнотеребильная машина, в которой использована сила трения. Навстречу стоящим стеблям льна движутся два бесконечных ремня, которые, вращаясь вокруг валиков, плотно прижимаются друг к другу. Между ремнями оказываются стебли. Ремни зажимают их и тянут по направлению движения, выдергивая из земли (рис. 1).

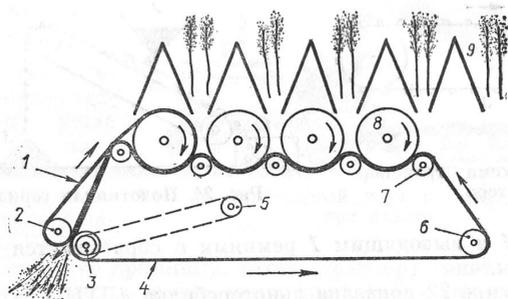


Рис. 1. Льнотеребильная машина: 1 – теребильный ремень; 2 – натяжной шкив; 3 – натяжной ролик; 4 – ремень; 5 – натяжной ролик; 6 – ведущий ремень; 7 – теребильный шкив; 8 – ведущий шкив; 9 – делитель

Такой конструкции теребильные ручки применялись в льнотеребилках. В современных льнотеребилках, например, навесных, применён тот же принцип, но изменена конструкция. Льнотеребилка работает от вала отбора мощности трактора. Теребильный аппарат состоит из делителей, основного теребильного ремня, четырёх теребильных шкивов, пяти нажимных роликов, выводящего ремня и шкива выводящего ремня. Основной теребильный ремень огибает теребильные шкивы и ролики на $1/3$ их окружности и получает движение от ведущего шкива, натягивается в рабочее положение шкивом. Выводящий ремень охватывает шкив, теребильный шкив и ролик (рис. 2).

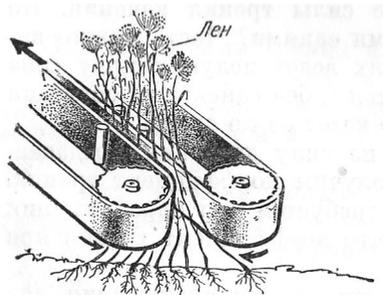


Рис. 2. Теребильный аппарат

Процесс теребления происходит так. Делители разделяют стебли льна на четыре полоски, постепенно сужая их к месту зажима. Стебли зажимаются поверхностями вращающегося шкива и основного теребильного ремня. Лента стеблей, вытеребленных всеми четырьмя секторами, попадают в промежуток между основным и выводящим ремнями и сбрасывается на поверхность почвы. Когда льнотеребилка находится в навешенном на трактор состоянии, трактор при работе движется задним ходом. Производительность машины 0,5 га/ч. Ширина захвата 1,52 м, скорость движения 5–6 км/ч. Также на трении основано устройство центрального транспортёра одного из самоходных комбайнов, поднимающего хлебную массу в молотилку. Транспортёр комбайна представляет собой как бы бесконечно движущуюся лестницу, по которой идут срезанные стебли. Транспортёр состоит из двух роликов – ведущего и ведомого и надетого на них полотна с планками. Ведущий ролик покрыт слоем резины, а лента транспортёра сделана из прорезиненной ткани. Транспортёрная лента приводится в движение

от ведущего ролика за счёт трения, так как слой резины и прорезиненная лента имеют хорошее сцепление (рис. 3).

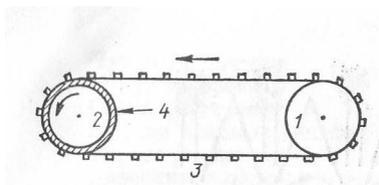


Рис. 3. Транспортная лента: 1 – ведомый ролик; 2 – ведущий ролик; 3 – транспортная лента; 4 – резиновая оболочка

Трение использовано при заточке всех режущих инструментов (пилы, косы, ножи, лопаты, тяпки и прочее). Особенно сильно тупятся при работе ножи косилок. Точить их вручную долго, поэтому заточка ножей в РТС и колхозах механизирована и автоматизирована. Заточенный станок-автомат «СТМ-3» за один день затачивает 100 ножей одновременно с двух сторон двумя шлифовальными камнями.

Полотняная горка. Различия коэффициентов трения отдельных частиц смеси используются для отчистки семян трав, льна и других культур от трудноотделяемых семян сорняков при помощи полотняных горок, а также для отделения примесей от клубней картофеля на горках, установленных на картофелеуборочных комбайнах. Основная часть полотняной горки – движущееся вверх полотно, расположенное под определённым углом к горизонту (рис. 4).

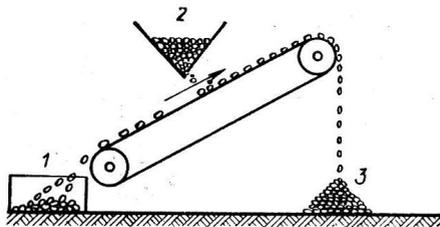


Рис. 4. Полотняная горка: 1 – гладкие семена; 2 – бункер; 3 – шероховатые семена

На это полотно из бункера насыпают смесь, предназначенную для сортировки и отчистки. Вследствие разного коэффициента трения зёрен о полотно гладкие семена будут скользить вниз, а шероховатые – подниматься вверх.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куприн, М. Я. Физика в сельском хозяйстве / М. Я. Куприн. – М., 1987. – 151 с.
2. Грабовский, Р. И. Курс физики / Р. И. Грабовский. – СПб.: Лань, 2005. – 607 с.

УДК 556.047

Буйнич Д. А., студент

ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ВОДОХРАНИЛИЩ

Научный руководитель – Дуброва Ю. Н., канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

В Республике Беларусь суммарный объем воды в эксплуатируемых водохранилищах составляет около 3,0 км³, площадь водного зеркала – более 800 км², протяженность береговой линии водохранилищ составляет более 1200 км [1]. Водоемы с объемом менее 1 млн. м³ относятся к категории прудов. У большинства водохранилищ Беларуси есть ограждающие или подпорные сооружения: земляные дамбы и плотины. Имеющиеся водохранилища используются в регулировании стока, гидроэнергетике, водоснабжении населенных пунктов и предприятий, мелиорации, технологических нуждах, рыборазведении, рекреации [1]. Многие водохранилища используются для нескольких хозяйственных функций или изменили свое хозяйственное назначение в процессе эксплуатации.

Низкая пропускная способность водосбросов и размыв грунта нижнего бьефа, являются следствием неэффективного гашения энергии сбросного потока. Особенностью сопряжения бьефов является то, что гидрозел имеет свои особенности, и наблюдаются различные параметры потока воды и рельефа местности. Существующие ГТС, находящиеся под высоким давлением, имеют значительные размеры. Меры по рассеиванию энергии высокоскоростного потока предназначены для предупреждения размыва русла реки, снижения эрозии и предотвращения разрушения отводящего туннеля и самой плотины. Используемые для этого водосбросы и гасители требуют дальнейшего усовершенствования в целях увеличения пропускной способности и эффективного гашения кинетической энергии воды. Повреждения вызваны действием таких факторов как природные стихийные явления: ураганы, катастрофические ливни (паводки), оползни, землетрясения и т. п. Аварии в этом случае являются следствием недостаточной изученности и учета климатических,

гидрологических, геологических и топографических условий в створах плотин, дамб и чашах водохранилищ, возможности их неблагоприятных сочетаний [2].

Ошибки в проектировании, низкое качество используемых строительных материалов и строительных работ, нарушение технических норм при их проведении, неправильная эксплуатация сооружений являются важными причинами неудовлетворительного состояния ГТС. Аварии в данном случае – следствие недостаточного учета или неверной интерпретации результатов изысканий и исследований, отступление от проектных решений и требований, «гонки» за объемами работ в ущерб их качеству, отсутствие надежных оперативных методов контроля, устанавливающих качество текущих работ на ГТС.

Существующая на сегодняшний момент система контроля за состоянием ГТС имеет ряд недостатков, заключающихся в отсутствии надежных и объективных критериев, характеризующих безопасность эксплуатируемых сооружений. В практике гидротехнического строительства оперативная оценка состояния сооружений производится на основе сравнения установленных проектом предельно допустимых показателей с результатами измерения их контрольно-измерительной аппаратурой, размещенной на объектах. В последнее время, при оценке степени безопасности плотин все чаще применяется показатель фактора риска, для оценки которого, как правило, используются качественные характеристики. Анализ риска аварий гидросооружений пока не нашел широкого распространения, что объясняется прежде всего отсутствием единого методического подхода к решению таких задач.

Текущее состояние объекта, при соответствующей организации работ, это достаточно большой объем информации, который должен быть зафиксирован, проанализирован и сохранен таким образом, чтобы указанная информация была легкодоступна для обработки и оперативного использования. Имея базу данных по объектам с похожими конструкциями сооружений, геологическими характеристиками и т. п., можно предположить, что и характеристики работы этих сооружений будут похожи. При этом, имея информацию о сроке службы, авариях, отказах и пр. для одних сооружений, можно с определенной степенью предсказывать поведение других, аналогичных [3].

Оценка технического состояния гидротехнического сооружения заключается в определении соответствия состояния сооружения и квалификации работников эксплуатирующей организации нормам и правилам, обеспечивающим безопасность гидротехнических сооружений.

Большинство существующих водохранилищ на территории Беларуси построено с 1950 по 1980 г. За период эксплуатации гидротехнические сооружения водохранилищ подверглись старению и износу, а капитальный ремонт был проведен только на небольшой части объектов. В рамках государственной программы научных исследований проводились систематическое обследование технического состояния гидротехнических сооружений (ГТС) водохранилищ Беларуси. Всего обследованы 105 водохранилищ, а также несколько десятков прудов различного назначения. Для обследования значительного количества водных объектов при ограничениях по финансовым затратам и времени был предложен подход, условно названный экспресс обследованием [4].

Все повреждения и деформации, выявляемые при обследованиях, классифицированы следующим образом: повреждения сооружений напорного фронта (дамб и плотин); водосбросных и водорегулирующих сооружений; берегов и берегозащитных сооружений.

Повреждения водосбросных и водорегулирующих сооружений – это либо повреждения бетонных (железобетонных) конструкций, либо повреждения и деформации затворов. Часто наблюдаются сколы, трещины и выбоины бетонных конструкций, выход наружу и коррозия металлической арматуры. Эти повреждения носят, как правило, локальный характер. Их основная опасность заключается в возможном заклинивании затворов в тот момент, когда необходимо срочно произвести сброс определенного объема воды из водохранилища во время паводка. Последствием может быть недопустимый подъем уровня воды и перелив через гребень плотины.

Проведенные обследования большей части водохранилищ Беларуси, показали, что Большинство ГТС имеют повреждения и нуждаются в профилактических ремонтных работах, однако состояние ГТС не является критическим. Однако требуется проведение более детальных обследований с определением несущей способности конструкций ГТС, оценкой технического состояния водосбросных и водоспускных сооружений всех водохранилищ и крупных прудов для выявления опасных повреждений ГТС, что позволит повысить эффективность мер по профилактике гидродинамических аварий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кобяк, В. В. Прогноз абразионных процессов на водохранилищах с трансформированным уровнем режимом: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.07 / В. В. Кобяк. – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2013. – 142 с.

2. Калинин, М. Ю. Водохранилища Беларуси / М. Ю. Калинин. – Минск: Полиграфкомбинат им. Я. Коласа, 2005. – 205 с.

3. Левкевич, В. Е. Динамика берегов водохранилищ Беларуси руслового, озерного и наливного типов / В. Е. Левкевич. – Минск: Право и экономика, 2015. – 216 с.

4. Касперов, Г. И. Повреждения подпорных гидротехнических сооружений на искусственных водоемах Беларуси как фактор риска гидродинамических аварий / Г. И. Касперов // Тр. БГТУ. – Минск, 2016. – № 2. – С. 315–319.

УДК 628.3

Бураков М. М., студент 1-го курса

ФОРМИРОВАНИЕ СОСТАВА СТОЧНЫХ ВОД

Научный руководитель – Васильева Н. В., канд. техн. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Сточные воды – это пресные воды, изменившие после использования в бытовой и производственной деятельности человека свои физико-химические свойства и требующие отведения.

Сточные воды разнообразны как составу, так и по свойствам. По происхождению сточные воды – это бытовые, производственные и атмосферные.

Бытовые сточные воды образуются в жилых, административных, общественных зданиях, бытовых помещений промышленных предприятий, коммунальных (бани, прачечные) комбинатов общественного питания и лечебных учреждениях. Когда говорят о бытовых сточных водах используют понятие «городские сточные воды», понимая под ними смесь бытовых и производственных сточных вод. В сточных водах от городов, всегда содержатся компоненты загрязнений, характерных для производственных сточных вод (нефтепродукты, кислоты, щелочи, соли и пр.). Бытовые сточные воды подразделяются на фекальные и хозяйственные, загрязненные различными хозяйственными отбросами, моющими средствами и содержат большое количество микроорганизмов, которые являются продуктами жизнедеятельности человека. Среди них могут быть и патогенные. Основная часть органических загрязнений таких вод представлена белками, жирами, углеводами и продуктами их разложения. Минеральные примеси – это частицы песка, глины, соли, образующиеся в процессе жизнедеятельности человека. К последним относят фосфат, гидрокарбонаты, аммонийные соли (продукт гидролиза мочевины).

Производственные сточные воды образуются в процессе производства промышленных товаров, изделий, продуктов, материалов и пр. Качество производственных сточных вод и концентрация загрязняющих веществ определяются следующими факторами: видом промышленного производства и исходного сырья, режимами технологических процессов. Производственные сточные воды металлообрабатывающих предприятий загрязнены минеральными веществами, а предприятия пищевой промышленности дают загрязнения органическими примесями. Большинство же предприятий имеют загрязнения сточных вод как минеральные, так и органические, в различных соотношениях концентрации загрязнений сточных вод неодинакова. Она колеблется в весьма широких пределах, в зависимости от расхода воды на единицу продукции, совершенства технологического процесса и производственного оборудования.

Атмосферные сточные воды образуются в процессе выпадения дождей и таяния снега как на жилой территории населенных пунктов, так на территории промышленных предприятий, АЗС и др. Эти воды называют дождевыми или ливневыми. К этой категории сточных вод относят также воды от поливки улиц. В атмосферных водах наблюдается высокая концентрация кварцевого песка, глинистых частиц, мусора и нефтепродуктов, смываемых с улиц города. Загрязнение территории промышленных предприятий приводит к появлению в ливневых водах примесей, характерных для данного производства. Отличительной особенностью ливневого стока является его эпизодичность и резко выраженная неравномерность по расходу и концентрациям загрязнений.

По природе загрязнения сточных вод делятся на органические, минеральные, биологические. Органические загрязнения подразделяются растительного и животного происхождения. Минеральные загрязнения представлены частицами песка, глины, щелочи, минеральными кислотами и их солями, минеральными маслами и т. д. Биологические и бактериальные загрязнения – это различные микроорганизмы: дрожжевые и плесневые грибки, мелкие водоросли и бактерии, в том числе болезнетворные возбудители брюшного тифа, паратифа, дизентерии и других.

По фазово-дисперсному состоянию загрязняющие вещества сточных вод делят на четыре группы. Первая группа примесей – нерастворимые в воде грубодисперсные примеси органической или неорганической природы. К этой группе относят микроорганизмы (простейшие,

водоросли, грибы), бактерии и яйца гельминтов. Вторая группа примесей – вещества коллоидной степени дисперсности с размером частиц менее 10^{-6} см.

К третьей группе загрязнений относят примеси с размером частиц менее 10^{-7} см (молекулярная степень дисперсности). Для очистки сточных вод от примесей третьей группы применяют биологические и физико-химические методы.

Примеси четвертой группы имеют размер частиц менее 10^{-8} см (ионная степень дисперсности). К ним относят растворы кислот, солей и оснований. Для снижения концентрации солей используют физико-химические методы очистки: ионный обмен, электродиализ и т. д.

Разные объемы и неравномерность поступления сточных вод в водоотводящую сеть и разная степень их загрязнения сильно влияют на вид их отведения и степень очистки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронов, Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов / Ю. В. Воронов, С. В. Яковлев. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с.
2. Водоотведение: учебник / Ю. В. Воронов [и др.]. – М.: ИНФРА-М, 2007. – 415 с.
3. СТБ ISO 15586-2011 Качество воды. Госстандарта Республики Беларусь 2011. – 20 с.

УДК 628.1

Буявец А. А., студент 1-го курса

ВОДОСНАБЖЕНИЕ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Научный руководитель – Дуброва Ю. Н., канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Нормальное функционирование и устойчивое развитие ни одной отрасли экономики невозможно без надежного обеспечения водой надлежащего качества. В городском хозяйстве выделяют два основных типа потребителей воды: коммунальное хозяйство (население); производство. В сельском хозяйстве существует четыре основных типа потребителей: коммунальный сектор; производственный сектор; животноводческий сектор; растениеводческий сектор.

Для устойчивого развития АПК необходимо развивать все вышеперечисленные секторы экономики. Соответственно должны модернизироваться системы водоснабжения и водоотведения.

В настоящее время в сельском хозяйстве Республики Беларусь неудовлетворительное состояние систем водоснабжения и водоотведения зачастую является тормозом в деле модернизации производства и повышения уровня жизни населения. Несмотря на разработку и реализацию Государственной программы по водоснабжению и водоотведению «Чистая вода» на 2006–2010 и 2011–2015 годы ситуация в сельском хозяйстве оставалась неудовлетворительной. Принята Государственная программа «Комфортное жилье и благоприятная среда» до 2025 года. Госпрограмма направлена на дальнейшее развитие жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), сферы бытового обслуживания, повышения доступности энерго- и газоснабжения в населенных пунктах.

Некоторые сельские населенные пункты и предприятия имеют системы водоснабжения и водоотведения, созданные еще в Советском Союзе. Как правило, эти системы не могут обеспечить надежное водоснабжение с качественными показателями, соответствующими современным требованиям. Часто эти системы вообще не имеют оборудования для водоподготовки и контроля качества воды. Большое количество жителей сельских населенных пунктов не имеют возможности пользоваться централизованной системой водоснабжения и водоотведения. В этом случае население вынуждено самостоятельно решать вопросы водоснабжения, как правило, за счет подземных источников при помощи шахтных или трубчатых колодцев (скважин). При этом очистка сточных вод не производится вообще или осуществляется на примитивных локальных сооружениях. Это приводит к ухудшению экологической обстановки и загрязнению водных источников. Также это не способствует улучшению уровня жизни и здоровья населения, существенно снижает привлекательность жизни в сельской местности. Сельскохозяйственные организации и предприятия вынуждены самостоятельно решать вопросы водоснабжения и водоотведения при отсутствии кадров соответствующей квалификации.

Нужды сельского хозяйства являются второй по значимости целью водопользования, на которую в 2020 году приходилось 379 млн. куб. м, или 32,1 процента от общего объема используемой воды.

Приоритетным водопользованием в сельском хозяйстве является мелиорация земель, рыборазведение и водоснабжение для производства сельскохозяйственной продукции.

Водоснабжение на нужды сельского хозяйства осуществляется как из подземных, так и из поверхностных источников.

Для создания и поддержания оптимального для сельскохозяйственных растений, лесов и иных насаждений режима почв используется свыше 165 тыс. км каналов и водоприемников, около 5 тыс. км защитных и ограждающих дамб, 1074 пруда и водохранилища, и других объектов инженерной защиты. Общая площадь мелиорированных земель в республике составляет 3,4 млн. гектаров, из них 2,9 млн. гектаров занимают сельскохозяйственные земли. Основная часть мелиорированных земель приходится на Брестскую и Гомельскую области.

Однако наряду с положительной тенденцией водопользования в сельском хозяйстве имеют место следующие проблемы, требующие решения.

Актуальность вопроса охраны водных ресурсов в сельском хозяйстве усиливается в современных условиях и в большей степени проявляется при попадании в поверхностные водные объекты загрязняющих веществ от рассредоточенных (диффузных) источников, а также в результате ненадлежащей эксплуатации систем навозоудаления и навозохранения на животноводческих комплексах и фермах.

Сельскохозяйственные земли являются главным рассредоточенным (диффузным) источником загрязнения поверхностных водных объектов. Поступление загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты в результате внесения и смыва удобрений и химических средств защиты растений ухудшает экологическое состояние поверхностных водных объектов и приводит к заморным явлениям.

Для решения проблем в области сельскохозяйственного водоснабжения и водоотведения необходимо решить комплекс задач организационного, научного, технического, экономического и правового характера, в частности: провести всесторонний анализ проблемы и разработать научно-обоснованную программу, направленную на решение проблемы; создать специальную службу для оказания услуг по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и капитальному ремонту систем водоснабжения и водоотведения сельскохозяйственных организаций и предприятий; наладить систему мониторинга качества воды.

По результатам проведенных в 2020 году обследований гидротехнических сооружений и устройств, возведенных на реках (ручьях) для регулирования водных потоков, в том числе входящих в состав мелио-

ративных систем, установлены факты ненадлежащей их эксплуатации, приводящей к ухудшению состояния поверхностных водных объектов (снижение уровня воды или ее отсутствие, изменение гидрологического режима, повлекшее зарастание водоемов, и другое), что, в свою очередь, потребует совершенствования механизма осуществления контроля в данной области.

В целом эффективное поглощение воды сельскохозяйственными культурами может достигаться за счет планирования ирригации на основе потребности в воде для различных культур на разных стадиях роста и в зависимости от преобладающих условий окружающей среды (нормы орошения).

ЛИТЕРАТУРА

1. Водоснабжение и водоотведение / В. С. Кедров [и др.]. – М.: Стройиздат, 2002. – 336 с.
2. Абрамов, Н. Н. Водоснабжение: учебник для вузов / Н. Н. Абрамов. – Изд. 2-е. – М.: Стройиздат, 1974. – 480 с.
3. Зуев, К. И. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения: учеб. пособие / К. И. Зуев. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2016. – 224 с.
4. Сельскохозяйственное водоснабжение: справочник / Л. Е. Тажибаев [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1992. – 287 с.
5. Образовский, А. С. Водозаборные сооружения для водоснабжения из поверхностных источников / А. С. Образовский, Н. В. Ереснов. – М.: Стройиздат, 1976. – 268 с.
6. <https://pravo.by/novosti/novosti-pravo-by/2021/february/59018/> – Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь.
7. <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22200091> – Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь.

УДК 631.31/.37:631.461.3:631.82

Гапоненко Д. Р., студент 3-го курса

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ ДОЖДЕВАНИЕМ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ БОБОВО-ЗЛАКОВОЙ ТРАВΟΣМЕСИ

Научный руководитель – Кукреш А. С., канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Оптимизация кормопроизводства с учетом потребности животных и наличия материальных ресурсов на современном этапе становится особо актуальной задачей. Решение ее сводится к обеспечению по-

требности животноводства в высококачественных кормах и связано с проблемами биологизации земледелия, сохранением плодородия почвы и охраны окружающей среды, поэтому важное значение приобретает планирование и организация адаптивного кормопроизводства путем подбора культур и совершенствования технологий их возделывания с высоким качеством получаемой продукции и низкими экономическими и энергетическими затратами.

В связи с этим приоритетным направлением является создание бобово-злаковых травосмесей совместно с использованием бактериальных препаратов, которые наряду со снижением затрат на производство продукции, обеспечивают получение корма с высоким содержанием белка, минеральных веществ и витаминов. Также для обеспечения высоких урожаев многолетних трав важным фактором является создание оптимальных водно-воздушных условий в корнеобитаемом слое почвы. Этого можно добиться путем орошения дождеванием. Поэтому нашей целью и являлось выявить влияние орошения на микробиологическую активность клубеньковых бактерий и продуктивность многолетних трав.

С этой целью с 2019 по 2020 гг. на опытном поле «Гушково» УО БГСХА были проведены исследования по выявлению эффективности применения бактериальных препаратов в условиях орошения дождеванием при возделывании бобово-злаковой травосмеси, включающей: клевер луговой Долголетний, клевер ползучий Волат, тимфеевка луговая Волна, кострец безостый Моршанский 760.

Схема опыта включала следующие блоки: контроль (без орошения) и орошение дождеванием. Блоки включали по четыре варианта: контроль (без инокуляции), инокуляция бобовых компонентов травосмеси сапронитом, инокуляция злаковых компонентов азобактерином, совместная инокуляция бобовых и злаковых компонентов сапронитом и фитостимифосом.

Обработка семян многолетних трав бактериальными препаратами велась из расчета 200 г на гектарную норму семян.

Результаты исследований показали, что использование орошения дождеванием в сочетании с бактериальными препаратами оказало достоверно положительное влияние на урожайность и продуктивность возделываемой бобово-злаковой травосмеси (табл. 1).

Таблица 1. Продуктивность бобово-злаковой травосмеси при использовании орошения дождеванием и бактериальных препаратов (в среднем за 2 года)

Варианты	Урожайность, т/га с. в.	Сбор к. ед., т/га	Выход ОЭ, ГДж/га	Сбор переваримого протеина, кг/га	Обеспеченность к. ед. переваримым протеином, г/к. ед.
Контроль (орошения)					
Без инокуляции	6,91	5,0	56,6	565,8	113,1
Сапронит	7,76	5,68	63,9	703,1	123,4
Азобактерин	7,15	5,19	58,7	601,7	115,5
Сапронит + фитостимифос	7,41	5,40	61,0	639,9	118,1
Орошение дождеванием					
Без инокуляции	8,17	5,97	67,7	712,0	119,3
Сапронит	9,26	6,83	76,8	896,7	131,1
Азобактерин	8,63	6,32	71,4	778,1	122,8
Сапронит + фитостимифос	8,91	6,55	73,9	831,8	126,5
НСП ₀₅ (А)	0,14-0,46				
НСП ₀₅ (В)	0,16-0,33				

В среднем за годы исследований применение орошения способствовало увеличению урожайности травосмеси в сумме за 2 укоса на 1,26 т/га. Из изучаемых бактериальных препаратов наиболее эффективным было использование для обработки семян бобовых компонентов травосмеси симбиотического препарата сапронит. Применение данного препарата способствовало повышению урожайности бобово-злаковой травосмеси на блоке опыта без орошения на 0,85; с орошением дождеванием – 1,09 т/га по сравнению с соответствующими вариантами без инокуляции.

Помимо положительного действия орошения и бактериальных препаратов на урожайность травосмеси они оказали существенное влияние на показатели продуктивности. Так, наибольший эффект был получен при сочетании орошения дождеванием и инокуляции семян бобовых сапронитом. При этом сбора переваримого протеина увеличился на 330,9 кг/га, сбор кормовых единиц – 1,83 т/га, выход обменной энергии – 20,2 ГДж, обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином – 18,0 г по сравнению с вариантом без инокуляции и без орошения.

Данные по агроэнергетической и экономической оценке эффективности применения орошения дождеванием в сочетании с бактериальными препаратами подтверждают их высокую эффективность при возделывании бобово-злаковой травосмеси (табл. 2).

Таблица 2. Эффективность использования минеральных удобрений и бактериальных препаратов при возделывании бобово-злаковой травосмеси

Варианты	Затраты совокупной энергии МДж		Энергетический коэффициент	Рентабельность, %
	на 1 кг сырого протеина	на 1 к. ед.		
Контроль (без орошения)				
Без инокуляции	23,4	3,9	2,9	90,5
Сапронит	19,2	3,5	3,2	114,0
Азобактерин	22,5	3,8	3,0	95,8
Сапронит + фитостимифос	21,1	3,7	3,1	103,2
Орошение дождеванием				
Без инокуляции	21,4	3,7	3,0	94,2
Сапронит	17,3	3,3	3,4	120,2
Азобактерин	19,9	3,6	3,1	104,0
Сапронит + фитостимифос	18,7	3,5	3,2	111,0

Так расчет энергетической и экономической эффективности применения бактериальных препаратов и минеральных удобрений показал, что наиболее высокие ее показатели отмечены в варианте с сочетанием использования орошения дождеванием и инокуляцией семян бобовых компонентов травосмеси сапронитом. Это выразилось в снижении совокупной энергии в расчете на 1 кг сырого протеина и кормовую единицу, и повышении коэффициента энергетической эффективности и рентабельности производства. Так при сочетании инокуляции бобовых компонентов сапронитом с орошением дождеванием затраты совокупной энергии на производство килограмма сырого протеина по сравнению с вариантом без инокуляции блока опыта без орошения уменьшились на 6,1 МДж, затраты на одну кормовую единицу на 0,6 МДж, а коэффициент энергетической эффективности повысился на 0,5 ед.

Данные экономической оценки подтверждают данные энергетической эффективности использования бактериальных препаратов и орошения дождеванием. При этом сочетание орошения и инокуляции бобовых компонентов сапронитом позволило повысить рентабельность производства до 120,2 %.

Таким образом, наиболее эффективным приемом повышения эффективности возделывания бобово-злаковых травосмесей является сочетание орошения дождеванием с инокуляцией семян бобовых компонентов травосмесей симбиотическим препаратом сапронит.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корнилов, А. А. Продвижение эспарцета в засушливые и степные районы и роль клубеньковых бактерий / А. А. Корнилов, В. Г. Вергелецкая // Микробиология. – 1952. – Вып. 4. – Т. 20. – С. 423–428.
2. Мишустин, Е. Н. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс / Е. Н. Мишустин, В. К. Шильникова – М.: Наука, 1973. – 288 с.
3. Агафонова, Е. В. Применение ризоторфина на горохе / Е. В. Агафонова, М. Ю. Стукалов, Л. Н. Агафонова // Земледелие. – 2002. – № 5. – С. 28.
4. Ганичева, В. В. Влияние луговых трав на агрохимические свойства почвы / В. В. Ганичева // Кормопроизводство. – 2002. – № 9. – С. 19–21.
5. Персикова, Т. Ф. Влияние бактериальных препаратов и способов внесения фосфорно-калийных удобрений на урожайность зерна и фотосинтетическую продуктивность люпина узколистного / Т. Ф. Персикова, А. В. Какшинцев // Сб. материалов 4-й междунар. науч.-практ. конф. – Горки, 2001. – С. 345–348.

УДК 930.85

Гардеева В. С., студентка 3-го курса

ОСОБЕННОСТИ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА В ХОДЕ СПЛОШНОЙ КОЛЛЕКТИВИЗАЦИИ (1929–1932 гг.)

Научный руководитель – Дрозд Д. А., канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В первой половине XX века в Советском Союзе произошли крупномасштабные изменения в аграрной сфере экономики, которые имели колоссальное значение для страны и ее населения. Одним из ключевых мероприятий в этом процессе стала сплошная коллективизация, направленная на преобразование крестьянских хозяйств и организацию коллективных сельскохозяйственных формирований. Землеустройство в период массовой коллективизации играло, важную роль в реорганизации сельскохозяйственного сектора страны оно являлось неотъемлемой частью этого процесса, обеспечивая перераспределение земель, формирование колхозов и совхозов, а также создание лучших условий для сельскохозяйственного производства. Землеустройство обеспечило перераспределение земель и создание коллективных форм хозяйствования, в результате чего произошло существенное изменение в аграрной сфере экономики и социально-экономическом развитии СССР в период с 1929 по 1932 год.

Цель работы – изучение и анализ землеустройства в ходе сплошной коллективизации в СССР в 1929–1932 годах.

Материалы и методика исследований выполнен анализ основных этапов и механизмов проведения земельных реформ, а также их влияние на аграрную сферу экономики и социально-экономическое развитие страны землеустройства в ходе сплошной коллективизации в СССР в 1929–1932 годах.

Результаты исследований и их обсуждение. Исторические предпосылки для проведения широкомасштабного землеустройства на территории СССР возникли после Октябрьской революции 1917 года. В 1920-е годы страна сталкивалась с кризисом своей колониально-семифеодальной хозяйственной структуры, что требовало срочных реформ. Усиление власти советского государства и распространение социалистических идей послужили основой для разработки и реализации программы коллективизации и соответствующего землеустройства.

Процесс землеустройства начался с политики «лачуг на белом свете», которая предполагала переселение крестьян из переполненных деревень на незанятые земли. Это позволило более эффективно использовать имеющиеся ресурсы и повысить производственные показатели. В дальнейшем были проведены такие мероприятия, как переселение населения в колхозы, перераспределение земельного фонда, установление норм землепользования и введение механизмов охраны и эффективного использования земельных ресурсов.

До 1928 года советское землеустройство в основном включало устройство землепользования индивидуальных крестьянских хозяйств. Оно включало междуселенные и внутриселенные землеустройства. С 1928 года землеустройство начало сосредотачиваться на развитии общественного сектора (колхозов и совхозов) и стало особенно активно после 1929 года, когда оно было направлено на поддержку колхозного строительства.

Массовая коллективизация и ликвидация кулачества в конце 1929 года потребовали изменения методов и форм проведения землеустройства. Землеустройство стало проводиться не только летом, но и зимой, с упрощением геодезических работ и землеустроительного процесса. Также оно должно было соответствовать темпу организации больших социалистических хозяйств и проводиться максимально простыми средствами, чтобы обеспечить раздел земель и создание полей для весенней посевной кампании, а также осуществление других аграрных мероприятий. В результате этих указаний началось массовое землеустройство колхозов и других хозяйств, получившее название «землеуказание» (временный отвод).

По сравнению с обычным землеустройством, система землеуказания являлась более простой формой проведения. Оно заключалось в минимальных съемочно-технических работах и агроэкономическом обследовании. Проекты разрабатывались с учетом потребностей текущих сельскохозяйственных кампаний, включали определение мест для посева отдельных культур и введение севооборотов. Землеуказания в период массовой коллективизации должны были быстро обеспечивать необходимые землепользования для новообразовавшихся колхозов.

В ходе землеуказаний в начале 1930 года было совершено множество ошибок, таких как незаконное сокращение размеров землепользования бедняцко-средняцких хозяйств, отвод более низкокачественных земель, отчуждение огородных земель и лугов у колхозов, а также преграждение доступа к водопоям для скота и другие. Поэтому после весенних посевов в том же году начались работы по исправлению этих ошибок. Они проводились в колхозах и индивидуальных хозяйствах, которые не получили земельных отводов при выделении земель под посев яровых культур. Также выполнялось распределение природных сенокосов между колхозами и индивидуальными хозяйствами.

При землеуказаниях в 1930 и 1931 годах строго соблюдался классовый принцип отвода земель. Колхозам выделялись лучшие по качеству и ближе расположенные к селам земли, создавались благоприятные условия для расширения производства и организационно-хозяйственного укрепления колхозов. Более простейшие методы использовались при землеустройстве, чтобы обеспечить быстрые результаты и проведение весенней посевной кампании, подготовку почвы и посев озимых культур. Это дало начало массовому землеустройству колхозов и других хозяйств.

При этом землепользования кулаков ограничивались минимальной потребительской нормой, а при выселении кулацких семейств земли прирезались колхозам. Полностью ликвидации подлежали хуторская и отрубная формы землепользования, как препятствующие проведению коллективизации.

Наряду с землеуказаниями в период сплошной коллективизации проводилось и обычное землеустройство, носившее тогда название углубленного, оно проводилось кустовым методом с охватом зоны деятельности МТС с целью создания условий для ведения крупного общественного хозяйства на базе машинной техники МТС. При углубленном землеустройстве зоны деятельности МТС решались следующие основные вопросы: выбор участка под усадьбу МТС, проектиро-

вание дорожной сети для связи усадьбы МТС с хозяйствами, организация севооборотных массивов и разбивка их на поля, выделение в полях севооборотов участков колхозам и индивидуальным крестьянским хозяйствам, если они еще оставались.

При сплошной коллективизации осуществлялось не только кустовое, но и выборочное землеустройство крупных коллективных хозяйств и сел вне зон деятельности МТС. При таком землеустройстве, прежде всего, устанавливалась окружная граница территории, закрепляемой за селом. Затем территория разбивалась на поля севооборота, производился отвод земель в полях колхозов и отдельным хозяйствам.

Наиболее широкое распространение получила в практике “теория” однократности землеустройства. Сущность этой теории сводилась к тому, что землеустройство предлагалось провести раз и навсегда и только после окончательного формирования землепользований колхозов и совхозов.

Широкое распространение имела также теория “универсального” землеустройства, которая сводила его содержание к разбивке территории на стандартные в 200–400 га клетки в меридиональном и широтном направлении. Такое землеустройство предлагалось провести на всей территории Советского Союза.

Процесс землеустройства включал в себя определение и обозначение границ каждого участка, проведение дорожной инфраструктуры, размещение жилых и промышленных зон, создание системы ирригации и множество других аспектов, помогающих оптимизировать и организовать работу на земле.

Результаты землеустройства в ходе сплошной коллективизации в 1929–1932 годах оказались достаточно противоречивыми. Одной из позитивных сторон этого процесса являлось увеличение площади земель сельскохозяйственного назначения, что способствовало увеличению аграрного производства. Кроме того, землеустройство значительно повлияло на социально-экономическое развитие страны, способствуя улучшению условий жизни и работы сельского населения.

Заключение. Землеустройство в ходе сплошной коллективизации в 1929–1932 годах оказалось сложным и противоречивым процессом, однако имело огромное значение для сельскохозяйственного сектора и социально-экономического развития Советского Союза того времени. В процессе коллективизации землеустройство играло ключевую роль в создании оптимальных условий для развития сельского хозяйства с целью обеспечения продовольственной безопасности страны и улуч-

шения уровня жизни сельских жителей. Также землеустройство способствовало развитию инфраструктуры сельских территорий и повышению общего уровня благосостояния в сельской местности. В целом, землеустройство в процессе сплошной коллективизации являлось сложным и многогранным процессом, требующим профессионального подхода и огромного опыта для организации земельных участков, и достижения устойчивого развития. Эти усилия помогали обеспечить эффективное использование земли, увеличение сельскохозяйственной производительности и социально-экономическое развитие сельских районов. Очень важно изучать эту тему, чтобы извлечь уроки из прошлого и применить их при разработке и реализации современных аграрных реформ. Именно учет опыта и ошибок прошлого поможет обеспечить наилучшие результаты в реализации землеустройства в настоящее время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рязанов, Н. А. История земельных отношений и землеустройства: учебное пособие / Н. А. Рязанов. – Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2009. – 183 с.
2. Тетерин, Н. А. История межевания, землеустройства и земельного кадастра: монография / Г. Н. Тетерин. – Новосибирск: ССГА, 2007. – 99 с.
3. История земельных отношений и землеустройства / под ред. А. А. Варламова. – М.: Колос, 2000. – 336 с.

УДК 633.321:631.675

Гардеева В. С., студентка 3-го курса

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО УВЛАЖНЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ СУХОЙ МАССЫ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО

Научный руководитель – Дрозд Д. А., канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Многолетние бобовые травы, являются наиболее дешевым источником качественного и сбалансированного по питательности и насыщенного обменной энергией корма. Среди всего многообразия принятых в культуру многолетних бобовых трав, наибольшее распространение на территории Республики Беларусь получил клевер луговой [1].

Эксперимент по изучению влияния орошения на урожайность сухого вещества клевера лугового был поставлен на землях учебно-опытного поля «Тушково-1». Посев клевера лугового выполнен беспо-

кровным способом нормой высева 8 кг/га, из расчета 100 % посевной годности. Глубина заделки семян 1,5 см, ширина междурядий 15 см, что соответствует требованиям культуры [2].

Почвенный покров опытного участка представлен дерново-подзолистыми легкими суглинками, со следующими агрохимическими показателями: обменный фосфор 203,0 мг/кг, подвижный калий 251,0 мг/га, рН = 5,78.

Опыт заложен по следующей схеме:

Фактор А – Фон увлажнения:

1. Без орошения;
2. Нижний предел регулирования влажности почвы 80 % от наименьшей влагоемкости (далее НВ);
3. Нижний предел регулирования влажности почвы 70 % от НВ.

Фактор В – сорта:

1. Раннеспелый сорт Цудоуны;
2. Среднеранний сорт Янтарный;
3. Среднеспелый сорт Витебчанин;
4. Позднеспелый сорт Мерея.

Орошение осуществлялось барабанно-шланговая дождевальная установка Bauer Rainstar T-61. Поливная норма для фона 0,8НВ составила 20 мм, а для фона 0,7НВ – 30 мм [3].

Неравномерность поступления осадков в период выполнения исследований, потребовала применения дополнительного увлажнения. Для получения высоких урожаев клевера лугового было выполнено 4 полива на фоне 0,7НВ и 5 поливов на фоне 0,8НВ. Дополнительное увлажнение оказало положительное влияние на посевы клевера лугового, в следствие чего были отмечены положительные прибавки урожайности сухого вещества у всех сортов клевера лугового (таблица).

Урожайность сухого вещества клевера лугового, т/га

Фон	Сорт	Всего	Прибавки	
			к контролю	0,7НВ к 0,8НВ
1	2	3	4	5
Контроль	Цудоуны	9,24	–	–
	Мерея	9,38	–	–
	Янтарный	12,98	–	–
	Витебчанин	9,54	–	–
0,8НВ	Цудоуны	13,27	5,36	–
	Мерея	14,74	4,03	–
	Янтарный	16,47	3,49	–
	Витебчанин	14,84	5,30	–

Окончание

1	2	3	4	5
0,7НВ	Цудоуны	13,88	6,96	1,6
	Мерея	16,34	4,64	0,61
	Янтарный	19,03	6,05	2,56
	Витебчанин	16,50	6,96	1,66
НСР ₀₅ ^A				0,19
НСР ₀₅ ^B				0,22
НСР ₀₅ ^{AB}				0,38

Примечание: Фактор А – фон увлажнения; Фактор В – сорт клевера лугового.

Оптимальным фоном увлажнения, на котором наблюдается максимальная урожайность сухого вещества, является 0,7 НВ. Максимальный выход сухого вещества, составивший 19,03 т/га, отмечен у сорта Янтарный, а минимальный (13,88 т/га) – у сорта Цудоуны.

Полученные прибавки урожая от орошения относительно контрольного фона являются существенными и достоверными у всех сортов клевера лугового. Максимальная прибавка от орошения относительно контрольного выявлена у сортов Мерея и Витебчанин на фоне 0,7 НВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Привалов, Ф. И. Оптимизация структуры многолетних трав как фактор растительного стабилизации производства кормов и растительного белка / Ф. И. Привалов, П. П. Васько, Е. Р. Клыга // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2016. – № 52. – С. 207–213.
2. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: рекомендации / К. В. Коледа [и др.]; под общ. ред. К. В. Коледы, А. А. Дудука. – Гродно: ГГАУ, 2010. – 340 с.
3. Лихацевич, А. П. Сельскохозяйственные мелиорации: учебник для студентов высших учебных заведений по специальности «Мелиорация и водное хозяйство» / А. П. Лихацевич, М. Г. Голченко, Г. И. Михайлов; под ред. А. П. Лихацевича. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 464 с.

УДК 631.95

Гардеева В. С., студентка 3-го курса

АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ

Научный руководитель – Дрозд Д. А., канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Республика Беларусь расположена в центральной части Европы и занимает площадь 207,6 тыс. км². Климатические и литолого-геоморфологические условия обусловили формирование на ее территории дерново-подзолистых, дерновых, дерново-карбонатных заболоченных и торфяно-болотных почв. Гранулометрический состав их достаточно неоднородный. По степени увлажнения 45,3 % площади занимают автоморфные (нормально увлажненные) почвы, 40,3 % полугидроморфные (периодически избыточно увлажненные) и 14,4 % гидроморфные (постоянно избыточно увлажненные) [1]. В структуре земельного фонда Беларуси сельскохозяйственные земли занимают 8874,0 тыс. гектаров, из них пахотные – 5506,4 тыс. га [2]. По состоянию на 01.01.2016 г. площадь мелиорированных земель составляла 2839,68 тыс. га, или 32 % сельскохозяйственных земель республики [2].

На современном этапе развития общества воздействие человека на природную среду стало носить глобальный характер, негативным результатом которого стало загрязнение окружающей среды.

Источники загрязнения биосферы принято подразделять на природные (естественные) и антропогенные. Природные источники загрязнения являются результатом сложных и взаимосвязанных космических, геологических, а с появлением жизни на Земле и биотических процессов. К антропогенным источникам относятся предприятия топливно-энергетического комплекса, промышленности, транспорта, коммунального и сельского хозяйства.

Цель работы – изучить основные источники антропогенного загрязнения земель.

Результаты исследований и их обсуждение. Для оценки изменений окружающей среды принято использовать три критерии: количественной, временной и токсичность образующихся веществ.

В соответствии с количественным критерием следует, прежде всего, отметить, что антропогенное вмешательство не идет ни в какое сравнение с изменениями, вызванными естественными причинами. Например, содержание газов антропогенного происхождения в атмо-

сфере находится в области следовых концентраций. В крупных городах и промышленных районах загазованность атмосферы выше, чем в среднем по всей планете, однако и здесь она количественно не превышает поступление различных соединений, вызванных ходом естественных процессов. Однако с учетом фактора времени изменения природной среды, связанные с антропогенной деятельностью, заметно отличаются по скорости протекающих изменений, вызванных естественными причинами. По сравнению с продолжительностью человеческой жизни последние протекают крайне медленно и внешне практически незаметны. Антропогенное вмешательство, напротив, проявляется быстро, что особенно заметно в последнее время. Медленно протекающие естественные изменения дают возможность живым организмам генетически приспосабливаться к изменениям окружающей среды, а антропогенное вмешательство не оставляет никаких шансов на это приспособление.

Наряду с этой особенностью антропогенного воздействия на окружающую среду является образование высокотоксичных продуктов. Их возникновение может быть связано как с накоплением природных соединений, обладающих токсичностью, так с получением новых веществ, представляющих опасность для биосферы. В первом случае примером является загрязнение окружающей среды соединениями тяжелых металлов, а во втором – синтез пестицидов и других соединений, которые широко применяются в сельском хозяйстве для защиты растений.

Основными источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на территории Беларуси являются топливно-промышленный комплекс и автомобильный транспорт. При этом следует отметить, что на долю стационарных источников приходится 23,2 % выбросов, а основная часть продуцирована автомобильным транспортом (76,8 %). В структуре выбросов преобладают оксид углерода – 57,8 %; углероды – 17,1 %; диоксид серы – 10,6 % и оксид азота – 9,1 % [4].

Распределение выбросов по территории Беларуси неравномерно. Наибольшее количество загрязняющих веществ выброшено в атмосферу на территории Минской и Витебской областей, наименьшее – в Гродненской.

Техногенное загрязнение атмосферного воздуха оказывает влияние на химический состав атмосферных осадков. Загрязненность атмосферных осадков большинства промышленных районов находится в пределах 14–21 мг/л.

В составе выбросов промышленных предприятий имеется большой спектр химических соединений, которые, попадая в воздушные потоки, загрязняют атмосферные осадки тяжелыми металлами. В отличие от органических загрязняющих веществ, которые со временем утилизируются в процессе биологического круговорота, соединения металлов способны сохранять токсичность практически бесконечно, так как даже в процессе превращения основной компонент соединения – металл остается без изменений.

В настоящее время установлена тесная взаимосвязь между активным применением удобрений и прогрессирующим загрязнением природной среды. Минеральные удобрения, попадая в почву, используются растениями частично. Коэффициент использования азотных удобрений составляет около 60 %. При этом часть азота теряется из почвы в виде газообразных продуктов (15–20 %). Потери за счет вымывания составляют 20–25 %. Среди применяемых удобрений преобладают азотные. Это связано с тем, что при достаточном количестве влаги азот занимает лидирующее положение по действию на урожай и его качество. Исследования показывают, что в 99 % случаев пропорционально возрастающему количеству вносимых азотных удобрений увеличивается нитратное загрязнение водных экосистем. Отмечается устойчивая тенденция увеличения концентрации нитратного азота в грунтовых водах.

Дефицит фосфора в окультуренных почвах обычно покрывается внесением фосфорных удобрений. Однако использование их растениями не превышает 40 % и зависит от многих факторов. Увеличение количества вносимых минеральных удобрений способствует повышению в почве содержания подвижного фосфора. Его миграция по вертикали осуществляется лишь в пределах пахотного слоя почвы, поэтому поступление фосфора в грунтовые воды весьма незначительно, а загрязняются лишь поверхностные. Наряду с азотом и фосфором для получения полноценного урожая требуется внесение и калийных удобрений. Физиологическая роль калия для растений обусловлена его влиянием на течение такого важного процесса, как фотосинтез.

ЛИТЕРАТУРА

1. Состояние окружающей среды Республики Беларусь: Нац. докл. / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, НАН Беларуси, Белорусский научно-исследовательский центр «ЭКОЛОГИЯ». – Минск: ОДО «ЛЮРАНЖ-2». – 96 с.
2. Сельское хозяйство Республики Беларусь / Министерство статистики и анализа Республики Беларусь. – Минск, 2003. – С. 49–55.

УДК 626.8:691.175

Гизун К. С., студент 1-го курса

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Научный руководитель – Дуброва Ю. Н., канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: полимерные материалы, мелиоративная сеть, георешетка, геоматы, биоматы, геополотно.

Аннотация: в данной работе представлены современные разработки по использованию полимерных материалов для укрепления откосов открытой мелиоративной сети представленные: геотекстилем, геосинтетическими материалами, геополотном, геоматами, биоматами, пленкой из пластифицированного ПВХ и бутилкаучуком.

Key words: polymeric materials, reclamation network, geogrid, geomats, biomats, geotextile.

Summary: This paper presents modern developments on the use of polymeric materials to strengthen the slopes of an open reclamation network, presented by: geotextiles, geosynthetic materials, geotextile, geomats, biomats, plasticized PVC film and butyl rubber.

В современном гидротехническом строительстве особую и основную роль занимает вопрос о безопасной эксплуатации возведенных сооружений. Связано это с повышенным уровнем ответственности данных объектов. К таким гидротехническим объектам в первую очередь относят подпорные грунтовые сооружения: плотины и дамбы, разрушение которых может привести к тяжелым и необратимым последствиям, к значительному материальному ущербу и, порой, к человеческим жертвам. Поэтому данные сооружения должны быть обеспечены надлежащими средствами защиты от разрушительного влияния водной среды.

Подбор современных материалов и устройств для крепления откосов гидротехнических сооружений водохозяйственных систем зависит от ряда условий, в том числе от финансовых возможностей организаций, являющимися заказчиками строительства или реконструкции.

Использование биополотна (синтетического материала) получило широкое распространение при укреплении насыпей, которое подкла-

дывается под объемную георешетку. Биополотно или геотекстиль осуществляет разделительную функцию, а также задерживает наполнитель в ячейках. Кроме того, геотекстиль обладает высокой водопропускной способностью и предусматривает выполнение свойств обратного фильтра. Реализуя мероприятия по фиксации склонов устройство рассматриваемого геосинтетика осуществляется послойно на различной высоте. Как итог – конструкция имеет достаточно высокую прочность [1].

Г. А. Панасенко в своих исследованиях освещает, что можно осуществить гидропосев трав, одерновку, посадку кустарников либо деревьев, произвести устройство сплошных покрытий шлаком, обеспечить установку монолитных железобетонных или асфальтобетонных плит, а также волноотбойных стен и другое. Однако по мнению Г. А. Панасенко наиболее известным способом является применение геосинтетических материалов.

Для целей крепления (в качестве заполнителя) могут использоваться различные горные породы, рекомендуется применять новейшие геосинтетические материалы. К таким материалам можно отнести геотекстиль, представляющие собой плоское и прочное техническое полотно, геосетка – рулонный материал с сетчатой структурой, геоматы – хаотично расположенных решеток, а также биоматы – трехслойный нитепрошивной или нетканый геокомпозитный материал из травосмеси [2].

В случае образования площадки выше земли, необходимо положить геотекстиль. Перекрытие должно составлять 20 см. По технологии укладки геотекстиля, по всей длине создают опалубку, на материал засыпают камень или песок, затем повторяют технологию, при необходимости проводят работы по укладке плитки. В случае площадки на одном уровне с поверхностью земли, извлекают грунт до углубления в 20–50 см. Затем укладывается геополотно, поверх полотна насыпается гравий и щебень, застилается геосинтетикой, и наверх насыпают песок. Вследствие чего укладывают брусчатку или плитку с помощью цементного раствора. В третьем случае материал укладывают внахлест, швы крепятся скобами. Также швы можно закрепить природными материалами. Укрепление откосов 70 %, используется такой материал как геомат [3].

Первое что необходимо сделать при укладке геоматериала, так это выровнять и уплотнить поверхность почвы. Далее необходимо вырыть углубление, глубиной 30 см, провести водоотвод. Затем выложить и подогнать по размеру рулон геоматериала. Материал необходимо

укладывать гладкой стороной вниз к поверхности земли, ровно и плотно. Нахлест должен равняться 15 см в вдоль, 20 см – в поперек.

Материал натягивают и крепят к траншее с помощью специальных крепежей – анкеров. По итогу материал засыпают грунтом, и уплотняют. Следует отметить то, что каналы в земляном русле в процессе эксплуатации подвержены заилению, оплыванию и зарастанию сорной растительностью и кустарником. Традиционно применяемые грунтовые противофильтрационные экраны, получаемые методами поверхностного и послойного уплотнения, как показывают исследования, разуплотняются через 2–3 года и требуют первоначального конструкционно-технологического восстановления, что ограничивает их использование.

Бетонные и железобетонные облицовки по своей прочности, долговечности и технологии производства работ имеют определенные преимущества перед другими типами покрытий. Однако они имеют и недостатки: сложность работ, влияние изменения температур на растрескивание покрытия; наиболее слабым звеном их являются швы, способы герметизации которых оказываются неэффективными, и особенно швы с горячими битумными мастиками, долговечность которых не превышает 5–10 лет.

Эффективным способом предотвращения от фильтрации и разрушений на объектах мелиоративного и водохозяйственного назначения страны является крепление откосов гибким покрытием – биополотном. Биополотно относится к геосинтетическому материалу, который производится из полиэфирного волокна в виде ковра, состоящего из двух слоев с внесением между слоями семян трав. Трубку материала разворачивают по спланированному откосу канала на слой грунта растительного происхождения. В результате укладки биополотна осуществляют его присыпку слоем почвы толщиной 3–5 мм, обеспечивая при этом сохранение влаги достаточно сильное прикрытие материала к откосу. Произрастание семян формирует устойчивое и надежное покрытие, которое в свою очередь обеспечивает защиту почвенной поверхности от разрушений, вызванных негативным влиянием ветра и воды. Откосы каналов, крепление которых осуществляется биополотном, в сравнении с универсальным методом – посевом трав, имеют достаточно высокую надежность. Показатель заиления дна каналов снижается в 1,5–2 раза и также в свою очередь снижаются издержки на их очистку. Вышеуказанный материал создает достаточно высокую степень устойчивости покрытия, а также повышает срок эксплуатации до 15 лет [3].

На территории Гродненской области выполнены работы по восстановлению белорусской части Августовского канала. Это уникальное гидротехническое сооружение, построенное 190 лет назад как водный путь для перевозки грузов из бассейна рек Вислы и Немана к Балтийскому морю, включало в себя 29 водопропускных плотин, 18 шлюзов, 14 мостов и 24 объекта для обслуживания канала. По территории Беларуси проходит пятая часть (22 км) его пути. Реконструкция канала была связана с различными техническими сложностями, где использование современных строительных материалов обеспечило возведение надежных и долговечных конструкций. Для защиты откосов канала от разрушения использован геотекстильный материал «Пинема», укладываемый на откос в зоне переменного уровня воды с покрытием грунтовой засыпкой.

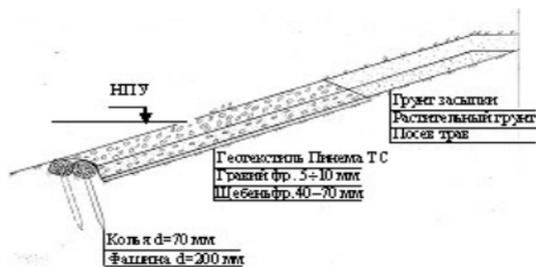


Рис. 1. Укрепление стенок канала с помощью геотекстиля

Геотекстиль «Пинема» также использовали при восстановлении конструкций 4-й камеры судоходного шлюза «Немново», крупнейшего на всей протяженности канала. Подход к шлюзу выполнен в виде направляющих пал, в поперечном сечении представляющих собой подпорную стенку. Ее нижняя часть устроена из железобетонного шпунта, забиваемого на глубину 4 м от дна котлована. Для предотвращения суффозии грунта 25 через стыки шпунтовой стенки с тыловой ее части выполнена укладка геотекстиля.

В последние годы все чаще встречаются случаи применения объемных полимерных георешеток совместно с каменным заполнителем (чаще щебень или галька) в качестве противозрозийного крепления откосов гидротехнических сооружений. Речь идет об облицовке каналов различного назначения и водоотводящих канав, откосах прудов, водохранилищ, отстойников и других водных объектов, которые подвержены интенсивному волновому воздействию и влиянию продоль-

ных и поперечных водных течений. По-другому такие откосы называют подтопляемыми. Имеется ряд действующих нормативов, содержащих в себе рекомендации для проектирования откосов такого типа с применением георешеток [1]. Данные рекомендации представлены в таблице.

Для обеспечения надежной и долговечной работы трубчатых дренажей широко применяют рулонные защитно-фильтрующие материалы, производимые на белорусских предприятиях: иглопробивной нетканый синтетический материал (ОАО «Пинема», г. Пинск), нетканый полипропиленовый материал спанбонд (ПО «Химволокно», г. Светлогорск), полиэфирное иглопробивное полотно (ПО «Химволокно», г. Могилев) и др.

Геомембрана – это экран или непроницаемый слой из синтетического материала, используемый в геотехнике для контроля движения жидкости в объектах, сооружениях или системах искусственного происхождения. Геомембраны изготавливаются в виде тонких гибких листов, которые применяются, прежде всего, в качестве кровельного покрытия, покрытий и облицовки хранилищ для жидких или твердых материалов, для фундаментов и подземных сооружений (транспортные туннели, стоянки), а также в гео- и гидротехнике. В настоящее время за рубежом по объему продаж геомембраны занимают первое место среди геосинтетической продукции.

Для расчета водопроницаемости и эффективности противofильтрационных облицовок каналов на стадии проектирования необходимо иметь следующие данные: геометрические размеры канала; расчетную проектную глубину в канале; предполагаемый тип противofильтрационной облицовки; литологический разрез по трассе канала; фильтрационные свойства грунтов; глубину залегания уровня грунтовых вод; расстояние до приканального дренажа или естественных понижений местности.

Современные полимерные пленочные материалы имеют более экономичные решения. Для экранирования гидротехнических сооружений применяют полиэтиленовые (ПЭ) пленки, но в большинстве случаев из пластифицированного ПВХ. В России, Беларуси полимерная пленка недостаточно эффективна из-за уязвимости к морозам, поэтому не нашла широкого применения. К недостаткам пленочных полимерных экранов следует отнести возможность их повреждения при сооружении, в связи с чем принимаются различные меры вплоть до запрещения передвижения по растянутой пленке людей, обутых в сапоги, но, несмотря на это иногда отмечаются протечки сквозь экраны из-за слу-

чайных повреждений, даже разрыв пленки. Контроль и ремонт пленочных экранов очень затруднены.

Помимо использования синтетических материалов ведутся работы по совершенствованию применения традиционных креплений из железобетона. В последние годы в стране применяются гибкие бетонные плиты для крепления откосов.

Такая конструкция крепления откосов (на основе из гравийной подсыпки) включает сочетание мелкогабаритных заанкеренных элементов из железобетона. Конструкция представляет собой гибкое, сквозное крепление. Однако такие элементы подвержены быстрой коррозии соединительной арматуры, как следствие разрушению всей конструкции. Достаточно широкое распространение данная конструкция крепления откосов получила на мелиоративных объектах и водохранилищах Беларуси [4, 5].

В мелиоративном, водохозяйственном строительстве в условиях Республики Беларусь крепление откосов открытой проводящей сети в основном производят посевом трав, а для обустройства подводящих каналов и рисберм водохозяйственных сооружений, защиты откосов земляных плотина используются унифицированные железобетонные изделия. В случае большой глубины канала возможно использование объемных георешеток, подстилаемых биополотном, но данная конструкция крепления откосов мелиоративных каналов используется редко.

ЛИТЕРАТУРА

1. Защитные покрытия оросительных каналов / В. С. Алтунин [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1988. – 160 с.
2. Панасенко, Г. А. Применение пластмассовых пленок в качестве противотрационных покрытий / Г. А. Панасенко // Гидротехническое строительство. – 1967. – № 1. – С. 55–57.
3. Проектирование противотрационных облицовок мелиоративных каналов. Научный обзор / Ю. М. Косиченко [и др.]. – Новочеркасск, 2011. – 61 с.
4. СНиП 2.06.03-85. «Мелиоративные системы и сооружения».
5. Левкевич, В. Е. Крепление берегов и верхних откосов подпорных сооружений гидроузлов Беларуси / В. Е. Левкевич. – Минск: БНТУ, 2019. – 172 с.

УДК 631.6:551.508.7

Данькова С. Б., магистрант

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЗАГЛУБЛЕНИЯ ДАТЧИКА-ЩУПА В ПОЧВУ

Научный руководитель – *Кукреш А. С., канд. с.-х. наук, доцент*

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Для оперативного определения влагозапасов мелиорируемых почв наиболее подходит влагомер, выполненный в виде небольшого переносного прибора со щупом длиной около 1 метра, выполняющим функции датчика влажности почвы. Такой влагомер не требует отбора проб почвы. Одно измерение влажности благодаря этому занимает время всего около 2–3 минут. Многократно сокращаются затраты труда по сравнению с известным термостатно-весовым методом.

Однако у влагомера-щупа есть и недостаток. Заглубление его датчика в почву на требуемую глубину сопровождается значительными потребными усилиями. Мы определили величину этих усилий экспериментально. Были изготовлены аналоги датчика в виде трубок длиной 1 метр с различными диаметрами (10 мм, 16, 23 мм). Нижние концы трубок были армированы конусными наконечниками, а верхние – ручкоятками. Величина потребных для заглубления усилий определялась с помощью динамометра типа ДРП-90 с ценой деления 9,8 Н. В качестве объекта для исследований был выбран мелиорируемый участок с торфяной почвой (совхоз «Дрибинский»). Трубки-щупы заглубляли в почву 10 раз в различных точках поля, заглубление составляло 20 см, 40, 60, 80 и 100 см. После заглубления на 20 см делалась остановка, записывалось потребное усилие. Затем заглубляли щуп ещё на 20 см и т. д. Усилия в 10 точках осредняли. Результаты эксперимента приведены в табл. 1.

Таблица 1. Величина усилий, потребных для заглубления щупа, Н

Диаметр стержней	Глубина погружения, см				
	20	40	60	80	100
10	294	410	490	530	577
16	520	623	725	785	–
23	539	677	755	–	–

Величина потребных усилий заметно возрастает при увеличении диаметра щупа и глубины его погружения в почву. Уже при заглубле-

нии всего 40 см усилия составили 410–677 Н, что сопоставимо с физическими возможностями оператора. Таким образом было экспериментально подтверждено, что заглупление датчика-щупа в почву требует значительных усилий.

Для изыскания способа уменьшения потребных усилий было исследовано теоретически взаимодействие щупа с почвой. Основную роль при заглуплении играют силы трения почвы о стенку трубки. Величину этих сил выразим известной зависимостью:

$$N_{\text{тр}} = \sigma \cdot F_{\text{тр}} \cdot K_{\text{тр}}, \quad (1)$$

где σ – нормальное напряжение в почве на границе примыкания её к трубке;

$F_{\text{тр}}$ – площадь трения почвы о трубку;

$K_{\text{тр}}$ – коэффициент трения.

Для упругих деформаций справедливо выражение:

$$\sigma = \varepsilon_2 \cdot E, \quad (2)$$

где ε_2 – относительная деформация почвы;

E – модуль упругой деформации.

Пусть R_0 (рис. 1) – радиус условного цилиндрического объема почвы, в котором сосредоточены её деформации. Обозначим через r внешний радиус трубки датчика-щупа. Тогда средняя относительная поперечная деформация почвы составит:

$$\varepsilon_2^{\text{сп}} = \frac{\pi [R_0^2 - (R_0^2 - r^2)]}{\pi \cdot R_0^2} = \frac{r^2}{R_0^2}. \quad (3)$$

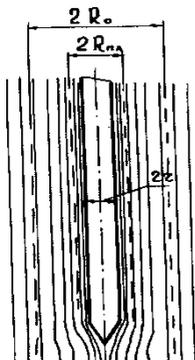


Рис. 1. Характер деформации почвы в зоне вокруг датчика-щупа

Слой сильно деформированной и уплотненной почвы у поверхности трубки увеличивает упругие деформации, как если бы в почву заглублялась трубка радиусом $R_{пл}$. Тогда выражение (3) можно записать в виде:

$$\varepsilon_2^{cp} = \frac{R_{пл}^2}{R_0^2}. \quad (4)$$

Далее предположим, что объем почвы, вытесненный трубкой в радиальном направлении, равен объему погруженной трубки. Тогда степень уплотнения почвы n найдем как отношение площади поперечного сечения круга радиусом r к площади поперечного кольцевого сечения с внешним радиусом $R_{пл}$:

$$n = \frac{r^2}{R_{пл}^2 - r^2}. \quad (5)$$

Размер сильно деформированной зоны почвы вокруг щупа найдем из выражения:

$$R_{пл}^2 = r^2 \cdot \frac{1+n}{n}. \quad (6)$$

Тогда формулу (4) можно записать в виде:

$$\varepsilon_2^c = \frac{r^2}{R_0^2} \cdot \frac{1+n}{n}. \quad (7)$$

Подставив (7) в выражение (2), а затем в (1), получим:

$$N_{тр} = \frac{r^2}{R_0^2} \cdot \frac{1+n}{n} \cdot E \cdot F_{тр} \cdot K_{тр}. \quad (8)$$

Площадь поверхности трения в этом выражении:

$$F_{тр} = 2\pi \cdot r \cdot h, \quad (9)$$

где h – глубина погружения щупа.

Окончательно можно записать выражение для сил трения трубки щупа о почву:

$$N_{\text{тр}} = \frac{2\pi \cdot h \cdot K_{\text{тр}} \cdot (1+n)}{n \cdot R_0^2}. \quad (10)$$

Из формулы следует, что наиболее эффективным способом уменьшения величины усилий, потребных для заглабления щупа в почву, является уменьшение его диаметра. Однако ранее проведенные эксперименты по заглаблению щупов в почву показали, что щупы диаметром 10 мм (и менее) часто теряли устойчивость и изгибались в процессе заглабления. Это означает, что необходимо разработать принципиально иной способ заглабления датчика-щупа в почву. Одним из таких способов было армирование щупа в нижнем конце шнековым элементом (рис. 2). Щуп заглаблялся вращением. Результаты 5-кратных заглаблений щупа в почву приведены в табл. 2.

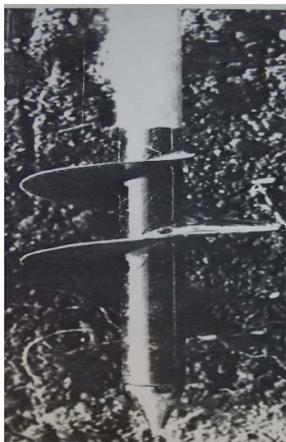


Рис. 2. Шнековый элемент, установленный на стержне датчика-щупа

Таблица 2. Усилия, потребные для заглабления шнекового датчика в почву, Н

Глубина погружения, см	Диаметр трубки щупа, мм				
	16 мм				
20	1,95	4,9	6,87	14,7	14,7
40	14,7	21,5	26,4	33,4	39,3
60	19,5	24,4	27,4	37,2	40,0
80	30,4	31,3	28,4	39,2	42,1
100	34,3	37,2	39,2	42,1	45,1

Из табл.2 видно, что потребные усилия уменьшились в десятки раз и тем самым снята проблема заглубления датчика влагомера в почву.

Выводы. Влагомер-щуп позволяет быстро определить влажность почвы на значительных территориях. Однако в обычном исполнении щуп практически невозможно заглублять в почву на глубину более 20 см из-за больших потребных усилий. Расчеты показали, что проблему можно решить уменьшением диаметра щупа, но в результате щуп теряет устойчивость при продольном сжатии, что делает этот путь неприемлемым. Полностью решается проблема лишь с помощью армирования щупа шнековым элементом. Такой датчик-щуп легко заглубляется на глубину до 100 см.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кумачев, Л. И. Совершенствование емкостного метода измерения влажности почв на мелиорируемых объектах: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Л. И. Кумачев. – Москва, 1990. – 17 с.
2. Физические основы влагометрии торфа / А. Е. Афанасьев [и др.] // Измерительная техника. – 1986. – № 2. – С. 55.
3. Кумачев, Л. И. Исследование способов улучшения метрологических свойств почвенных влагомеров / Л. И. Кумачев // Мелиорация и гидротехника: сб. науч. тр. БСХА. – Т. 135. – 1986. – С. 90–96.

УДК 556.047

Дешева Ю. Е., студентка 3-го курса

ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ВОДОХРАНИЛИЩ

Научный руководитель – Дуброва Ю. Н., канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

В Республике Беларусь суммарный объем воды в эксплуатируемых водохранилищах составляет около $3,0 \text{ км}^3$, площадь водного зеркала – более 800 км^2 , протяженность береговой линии водохранилищ составляет более 1200 км. Водоемы с объемом менее 1 млн. м^3 относятся к категории прудов. У большинства водохранилищ Беларуси есть ограждающие или подпорные сооружения: земляные дамбы и плотины. Имеющиеся водохранилища используются в регулировании стока, гидроэнергетике, водоснабжении населенных пунктов и предприятий, мелиорации, технологических нуждах, рыбозаведении, рекреации. Многие водохранилища используются для нескольких хозяйственных

функций или изменили свое хозяйственное назначение в процессе эксплуатации [1]. Низкая пропускная способность водосбросов и размыв грунта нижнего бьефа, являются следствием неэффективного гашения энергии сбросного потока. Особенностью сопряжения бьефов является то, что гидроузел имеет свои особенности, и наблюдаются различные параметры потока воды и рельефа местности. Существующие ГТС, находящиеся под высоким давлением, имеют значительные размеры. Меры по рассеиванию энергии высокоскоростного потока предназначены для предупреждения размыва русла реки, снижения эрозии и предотвращения разрушения отводящего туннеля и самой плотины. Используемые для этого водосбросы и гасители требуют дальнейшего усовершенствования в целях увеличения пропускной способности и эффективного гашения кинетической энергии воды. Повреждения вызваны действием таких факторов как природные стихийные явления: ураганы, катастрофические ливни (паводки), оползни, землетрясения и т. п. Аварии в этом случае являются следствием недостаточной изученности и учета климатических, гидрологических, геологических и топографических условий в створах плотин, дамб и чашах водохранилищ, возможности их неблагоприятных сочетаний [2].

Ошибки в проектировании, низкое качество используемых строительных материалов и строительных работ, нарушение технических норм при их проведении, неправильная эксплуатация сооружений являются важными причинами неудовлетворительного состояния ГТС. Аварии в данном случае – следствие недостаточного учета или неверной интерпретации результатов изысканий и исследований, отступление от проектных решений и требований, «гонки» за объемами работ в ущерб их качеству, отсутствие надежных оперативных методов контроля, устанавливающих качество текущих работ на ГТС.

Существующая на сегодняшний момент система контроля за состоянием ГТС имеет ряд недостатков, заключающихся в отсутствии надежных и объективных критериев, характеризующих безопасность эксплуатируемых сооружений. В практике гидротехнического строительства оперативная оценка состояния сооружений производится на основе сравнения установленных проектом предельно допустимых показателей с результатами измерения их контрольно-измерительной аппаратурой, размещенной на объектах. В последнее время, при оценке степени безопасности плотин все чаще применяется показатель фактора риска, для оценки которого, как правило, используются качественные характеристики. Анализ риска аварий гидросооружений пока

не нашел широкого распространения, что объясняется прежде всего отсутствием единого методического подхода к решению таких задач.

Текущее состояние объекта, при соответствующей организации работ, это достаточно большой объем информации, который должен быть зафиксирован, проанализирован и сохранен таким образом, чтобы указанная информация была легкодоступна для обработки и оперативного использования. Имея базу данных по объектам с похожими конструкциями сооружений, геологическими характеристиками и т. п., можно предположить, что и характеристики работы этих сооружений будут похожи. При этом, имея информацию о сроке службы, авариях, отказах и пр. для одних сооружений, можно с определенной степенью предсказывать поведение других, аналогичных [3].

Оценка технического состояния гидротехнического сооружения заключается в определении соответствия состояния сооружения и квалификации работников эксплуатирующей организации нормам и правилам, обеспечивающим безопасность гидротехнических сооружений.

Большинство существующих водохранилищ на территории Беларуси построено с 1950 по 1980 г. За период эксплуатации гидротехнические сооружения водохранилищ подверглись старению и износу, а капитальный ремонт был проведен только на небольшой части объектов. В рамках государственной программы научных исследований проводилось систематическое обследование технического состояния гидротехнических сооружений (ГТС) водохранилищ Беларуси. Всего обследованы 105 водохранилищ, а также несколько десятков прудов различного назначения. Для обследования значительного количества водных объектов при ограничениях по финансовым затратам и времени был предложен подход, условно названный экспресс-обследованием [4].

Все повреждения и деформации, выявляемые при обследованиях, классифицированы следующим образом: повреждения сооружений напорного фронта (дамб и плотин); водосбросных и водорегулирующих сооружений; берегов и берегозащитных сооружений.

Повреждения водосбросных и водорегулирующих сооружений – это либо повреждения бетонных (железобетонных) конструкций, либо повреждения и деформации затворов. Часто наблюдаются сколы, трещины и выбоины бетонных конструкций, выход наружу и коррозия металлической арматуры. Эти повреждения носят, как правило, локальный характер. Их основная опасность заключается в возможном

заклинивании затворов в тот момент, когда необходимо срочно произвести сброс определенного объема воды из водохранилища во время паводка. Последствием может быть недопустимый подъем уровня воды и перелив через гребень плотины.

Проведенные обследования большей части водохранилищ Беларуси, показали, что Большинство ГТС имеют повреждения и нуждаются в профилактических ремонтных работах, однако состояние ГТС не является критическим. Однако требуется проведение более детальных обследований с определением несущей способности конструкций ГТС, оценкой технического состояния водосбросных и водоспускных сооружений всех водохранилищ и крупных прудов для выявления опасных повреждений ГТС, что позволит повысить эффективность мер по профилактике гидродинамических аварий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кобяк, В. В. Прогноз абразионных процессов на водохранилищах с трансформированным уровнем режимом: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.07 / В. В. Кобяк. – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2013. – 142 с.
2. Калинин, М. Ю. Водоохранилища Беларуси / М. Ю. Калинин. – Минск, 2005. – 205 с.
3. Левкевич, В. Е. Динамика берегов водохранилищ Беларуси руслового, озерного и наливного типов / В. Е. Левкевич. – Минск: Право и экономика, 2015. – 216 с.
4. Касперов, Г. И. Повреждения подпорных гидротехнических сооружений на искусственных водоемах Беларуси как фактор риска гидродинамических аварий / Г. И. Касперов // Тр. БГТУ. – Минск, 2016. – № 2. – С. 315–319.

УДК 628.31

Дуксин Д. В., студент 1-го курса

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Научный руководитель – Васильева Н. В., канд. техн. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Под дождевыми стоками понимается объем воды, стекающий с крыш сооружений и зданий в период выпадения осадков. Загрязнение воздуха и дождевой воды, осуществляется автотранспортом, сельскохозяйственными и промышленными предприятиями и поэтому благодаря деятельности различных промышленных предприятий в атмосфере

ру поступают соединения ртути, свинца, мышьяка и др., а от автотранспорта – оксиды серы, азота и углерода. Основными загрязняющими веществами, входящим в состав поверхностного стока, являются взвешенные вещества, а также растворимые неорганические и органические вещества (фосфаты, азот аммонийный, нефтепродукты, тяжелые металлы, синтетические поверхностно активные вещества. Концентрации этих загрязняющих веществ колеблются от нескольких миллиграммов до десятков граммов в литре воды, а основное количество нерастворённых примесей представлено мелкодисперсными частицами пыли. В поверхностном стоке органические вещества присутствуют в растворённом и нерастворённом состоянии, а на долю примесей в виде суспензии приходится около 90 % общего количества органических веществ, находящихся в поверхностном стоке. Поэтому становится очевидной необходимость очистки дождевых стоков перед их выпуском в водоем.

Загрязняющие вещества дождевой воды – результат нерационального использования бытовых химикатов, выхлопов автотранспорта с различными видами двигателей, сток с поверхностей крыш, дорог, поступающих в водотоки и водоёмы. Ряд исследователей отмечают также и повышенное содержание тяжелых металлов в дождевой воде после продолжительных засушливых периодов. Загрязнение местности обусловлено наличием, численностью и плотностью населения, принадлежностью предприятий к какой-либо отрасли промышленности, интенсивностью движения пешеходов, движения автотранспорта, состоянием дорог, санитарным состоянием территории, на которой происходит формирование стока и т. д. Загрязнение дождевой воды зависит от режима и интенсивности осадков, а также от интервалов между их выпадением. Одной из особенностей загрязнения дождевых вод является неравномерность распределения концентраций загрязняющих веществ в ней в течение дождя. Концентрация основных примесей в дождевом стоке тем выше, чем меньше слой осадков и продолжительнее период сухой погоды. Наибольшие концентрации загрязняющих веществ, поступающих в водосточные сети, имеют место в начале стока до достижения максимальных расходов, после чего наблюдается их интенсивное снижение. Основными загрязняющими компонентами дождевого стока являются: продукты эрозии почвы, смываемые с газонов и открытых грунтовых поверхностей; пыль, бытовой мусор; вымываемые компоненты дорожных покрытий и строительных материалов, хранящихся на открытых складских площадках; нефтепродукты,

попадающие на поверхность водосбора в результате неисправностей автотранспорта и другой техники.

Очистка поверхностного стока с урбанизированных территорий относится к важным проблемам при планировании мероприятий по охране водных объектов. Твёрдые осадки оказывают заметное влияние на химический состав воды талого стока вследствие аккумуляции примесей, поступающих из атмосферы, а также элементов песчано-солевой смеси. Со стоком от таяния снега в водные объекты поступает значительный объём загрязняющих веществ, причём их содержание в этих водах может превосходить загрязнённость дождевого стока с этого же района в несколько раз. В связи с этим снеговые воды могут значительно загрязнять водоёмы во время снеготаяния, поэтому необходимо решать вопросы, связанные с предотвращением поступления снеговых талых вод в водоёмы, особенно из мест вывоза снега. Контроль за источниками загрязнения дождевых стоков осуществляется путем благоустройств территорий, предотвращения несанкционированных сбросов отходов в дождевую сеть, уборка улиц, грамотная программа предотвращения оледенения дорог в зимний период и предотвращения скоплений мусора на городских территориях.

В настоящее время на водосточных сетях построены и эксплуатируются очистные сооружения задерживающие взвешенные вещества и нефтепродукты, которые конструктивно и технологически подразделяются на следующие основные типы: щитовые заграждения в акваториях рек на выпусках водосточных коллекторов; пруды-отстойники; сооружения камерного типа с фильтрами доочистки; очистные сооружения ливневых вод с промышленных площадок с физико-химической очисткой и фильтрами доочистки.

Щитовые заграждения представляют собой полупогружную перегородку между оголовком дождевого коллектора и основным руслом реки. Часть отгороженной речной акватории между оголовком коллектора и щитовым заграждением работает как отстойник-нефтеловушка и предотвращает попадание в речное русло аварийных и залповых сбросов дождевых вод. Удаление задержанных загрязнений производится периодически с использованием специальных плавающих средств.

Пруды-отстойники – это железобетонные открытые емкости в виде горизонтальных отстойников с решетками для задержания мусора и маслосборниками. Если пруды-отстойники недостаточно очищают поверхностные воды, то для очистки осветленной в отстойниках воды можно использовать искусственные или естественные водоёмы, а также доочистку на фильтрах. Выпавший осадок в прудах-отстойниках

периодически удаляют экскаваторами.

Сооружения камерного типа работают по технологии очистки поверхностных вод аналогично прудам-отстойникам, но отличаются от них лишь наличием верхнего покрытия, предохраняющего их от промерзания в зимний период.

На промышленных предприятий поверхностный сток с территорий очищается по технологической схеме физико-химической очистки. В этой схеме кроме песколовков используют регулирующие емкости, позволяющие усреднять пиковые ливневые расходы, а в качестве реагента для очистки – сернистый алюминий. Эксплуатация групповых промышленных очистных сооружений с соблюдением технологии очистки поверхностного стока обеспечивает высокое качество очищенной воды, а технологическая новизна эксплуатации этих очистных сооружений заключается в микробиологическом обезвреживании на бетонированных иловых площадках нефтесодержащих осадков из песколовков и отстойников по технологии «олеоворин». Данная технология обеспечивает не только деструкцию нефтепродуктов до уровня, позволяющего впоследствии размещать эти осадки на полигонах твердых бытовых отходов, но и позволяет использовать очищенную воду для заправки машин для полива и мойки дорожных покрытий.

Анализ различных типов очистных сооружений поверхностного стока позволяет сделать следующие выводы:

- простыми по конструкции являются щитовые ограждения, которые достаточно эффективны в работе, обеспечивают удовлетворительную защиту водоемов от аварийных и залповых несанкционированных сбросов загрязнений и на их возведение требуется небольшое количество денежных средств;

- пруды-отстойники и сооружения камерного типа при аналогичной эффективности работы по очистке требуют значительных капитальных затрат и целесообразность их широкого применения вызывает сомнения;

- наиболее эффективными из проанализированных являются групповые сооружения очистки промышленного ливневого стока с повторным использованием очищенной воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронов, Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник / Ю. В. Воронов, С. В. Яковлев; ред. Ю. В. Воронов. – 4-е изд., доп. и перераб. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с.

2. Молоков, М. В. Очистка поверхностного стока с территорий городов и промышленных площадок / М. В. Молоков, В. Н. Шифрин. – М.: Стройиздат, 1977. – 104 с.

УДК 631.45:631.847.21:633.2/.3"550.3":631.6

Журавко В. Н., студентка 1-го курса

**БАКТЕРИАЛЬНЫЕ ПРЕПАРАТЫ И МИНЕРАЛЬНЫЕ
УДОБРЕНИЯ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ
И ПРОДУКТИВНОСТИ МНОГОЛЕТНИХ
БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВ**

Научный руководитель – Кукреш А. С., канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. При устранении неблагоприятных факторов путем проведения мелиоративных мероприятий важным фактором является освоение земель, приведения их в пригодное для выращивания сельскохозяйственных культур, а также доведение плодородия почв и их агрохимических показателей до уровня не ниже среднего значений. Таким способом при освоении земель, несомненно, является использование биологических особенностей сельскохозяйственных культур, а конкретнее многолетних трав. Здесь ключевым фактором может послужить способность бобовых трав фиксировать азот из атмосферы, и соответственно усилить данный процесс можно применением симбиотических бактериальных препаратов. Для того чтобы травостой не был чисто бобовым, а корм из него получался с достаточным содержанием клетчатки в травостой лучше всего добавлять злаковые травы в виде тимофеевки луговой, овсяницы луговой и костреца безостого. Все это вышеперечисленное может способствовать не только получить качественный корм для сельскохозяйственных животных полноценных по содержанию кормовых единиц и переваримого протеина, но и улучшить свойства мелиорированных почв. Важное значение имеет и обеспечение почвы легкодоступными формами фосфора путем использования фосфатмобилизирующих препаратов.

Наиболее важным условием для роста растений является содержание усвояемого азота и подвижного фосфора в почве и почвенном растворе. Содержание азота в почве можно увеличить путем внесения азотных удобрений, либо путем инокуляции семян трав специальными препаратами. Препараты активизируют процесс молекулярной фиксации азота из атмосферы и создают предпосылки для отказа от азотных удобрений на луговых угодьях, либо снижение их дозы до минимальной (40 кг по д. в.). Что касается фосфора то его содержание в почве достаточно велико, но огромная его часть содержится в труднодоступ-

ной для растений форме. Для его высвобождения мы рекомендуем к использованию фосфатмобилизующие препараты, которые способствуют мобилизации данного элемента. В Республике Беларусь проведен ряд опытов по изучению использования данного типа препаратов на различных сельскохозяйственных культурах. Исследования показывают высокую эффективность этих препаратов на таких культурах, как горох посевной, люпин узколистный, соя, галега восточная (Т. Ф. Персикова, А. В. Какшинцев), однако исследований по изучению эффективности применения на сенокосных сложноконпонентных травостоях бактериальных препаратов не проводилось.

Методика и материалы исследований. Для решения этих задач в 2022–2023 гг. на опытном поле академии были проведены исследования по определению эффективности применения препаратов, содержащих штаммы бактерий на разных фонах минеральных удобрений при возделывании бобово-злаковых травосмесей первого и второго года жизни, включающей: клевер луговой, клевер ползучий овсяница луговая, кострец безостый.

Опыт включал три блока: без применения удобрений (контроль) применение удобрений $P_{60}K_{110}$ и $P_{60}K_{110} + N_{40}$. Варианты с обработкой семян включали: контроль (без обработки семян препаратами), обработка семян сапронитом, и совместное применение сапронита и фитостимифоса.

Семена обрабатывали в расчете физической массы 200 г препарата на гектарную норму высева. Агрохимические показатели до проведения эксперимента на массиве под опытом представлены ниже (табл. 1).

Таблица 1. Агрохимические показатели почв опытного участка

Горизонт, см	рН в КСІ	Нг, мг-экв. на 100 г почвы	Гумус, %	Содержание элементов минерального питания, мг на 1 кг почвы	
				P_2O_5	K_2O
0–20	6,6	0,86	1,68	178	92
20–40	6,1	1,16	0,67	98	64

Полевые опыты и лабораторные анализы, а также обработка данных выполнялась согласно общепринятым методикам проведения полевых опытов.

Судя по агрохимическим показателям почвы данные почвы, обладают средним уровнем плодородия и являются пригодными для возделывания многолетних трав. Однако уровень плодородия оставляет же-

лать лучшего по содержанию гумуса, подвижных форм фосфора и обменного калия.

Результаты исследований и их обсуждение. Выращивание многолетних бобово-злаковых трав и применение бактериальных препаратов в течение двухлетнего периода эксплуатации мелиорированных земель оказало положительное влияние на содержание в почве элементов минерального питания (табл. 2).

Таблица 2. Содержание в почве элементов минерального питания, кг/га

Вариант	Содержание N мг/100 г почвы	Содержание P ₂ O ₅ мг/100 г почвы
Контроль (без удобрений)		
Без инокуляции	89,1	178,0
Сапронит	113,4	179,0
Сапронит + фитостимифос	109,4	178,7
P₆₀K₁₁₀		
Без инокуляции	89,2	183,7
Сапронит	128,0	184,6
Сапронит + фитостимифос	117,4	190,3
P₆₀K₁₁₀ + N₄₀		
Без инокуляции	103,2	184,5
Сапронит	131,8	185,1
Сапронит + фитостимифос	121,4	190,4

Из табл. 2 видно, что применение удобрений и повышение микробиологической активности почв привело к увеличению содержания в почве форм азота и фосфора. Так, применение полного удобрения позволило повысить содержание в 100 г почвы азота на 14 мг, а применение бактериального препарата сапронит позволило повысить содержание азота по сравнению с вариантом без инокуляции от 24,3 до 28,6 мг/100 г почвы. Совместное применение сапронита и фитостимифоса также оказало положительное влияние на содержание азота, но в меньшей степени. Увеличение содержание форм фосфора произошло более существенно на вариантах с совместным применением сапронита и фитостимифоса.

Наибольшие значения накопления биологического азота травосмесью прослеживались в вариантах с сочетанием обработки семян бобовых трав сапронитом и использованием минеральных удобрений. Так применение сапронита на контроле без использования удобрений способствовало увеличению накопления биологического азота в среднем за годы исследований на 24,8, на фоне P₆₀K₁₁₀ на 34,4 и P₆₀K₁₁₀ + N₄₀–

35,3 кг/га по сравнению с аналогичными вариантами без инокуляции (табл. 3).

Положительный эффект накопления биологического азота за счет фиксации его из атмосферы получен также при совместном применении для инокуляции семян злаковых и бобовых трав симбиотического препарата сапронита и фосфатмобилизующего препарата фитостимифоса.

Увеличение накопления биологического азота травосмесью на контроле без применения удобрений составило 8,0 на фоне $P_{60}K_{110}$ 17,0, и на фоне $P_{60}K_{110}$ и стартовой дозы азота – 20,0 кг/га по сравнению с вариантами без инокуляции.

Использование бактериальных препаратов для обработки семян многолетних трав на фоне минеральных удобрений способствовало повышению урожайности травостоя (табл. 3).

Таблица 3. Накопление биологического азота бобово-злаковой травосмесью и урожайность

Вариант	Годы исследований		В среднем за 2 года, кг/га	Урожайность, т/га сухого вещества
	2017	2018		
Контроль (без удобрений)				
Без инокуляции	48,1	29,6	38,8	6,91
Сапронит	76,0	51,2	63,6	7,76
Сапронит + фитостимифос	75,4	49,3	62,3	7,41
$P_{60}K_{110}$				
Без инокуляции	60,4	40,1	50,2	8,17
Сапронит	96,9	72,3	84,6	9,26
Сапронит + фитостимифос	94,8	71,7	83,2	8,91
$P_{60}K_{110} + N_{40}$				
Без инокуляции	61,2	41,9	51,5	9,75
Сапронит	97,3	76,4	86,8	10,99
Сапронит + фитостимифос	96,2	74,9	85,5	10,65
НСР ₀₅ (А)				0,14-0,46
НСР ₀₅ (В)				0,16-0,33

В среднем за годы исследований использование минеральных удобрений способствовало увеличению урожайности травосмеси в сумме за 2 укоса на 1,26 т/га, а использование стартовой дозы азота вдобавок к фону минерального питания $P_{60}K_{110}$ соответственно на 2,84 т/га. Из изучаемых бактериальных препаратов наиболее эффективным было использование для обработки семян бобовых компонентов травосмеси симбиотического препарата сапронит. Применение

данного препарата способствовало повышению урожайности бобово-злаковой травосмеси на контроле без удобрений на 0,85; $P_{60}K_{110}$ – 1,09 и $N_{40}P_{60}K_{110}$ + орошение – на 1,24 т/га по сравнению с соответствующими вариантами без инокуляции.

Выводы. Таким образом, наиболее перспективным приемом повышения плодородия мелиорируемых земель, а также продуктивности и эффективности возделывания бобово-злаковых травосмесей является использование бактериального препарата сапронит на фоне с внесением стартовой дозы азота N_{40} . Это позволит улучшить условия произрастания многолетних трав и развития полезной микрофлоры, повысить содержание в почве элементов минерального питания и получать высокие урожаи многолетних трав высокого качества, а также сократить дозы применения азотных удобрений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корнилов, А. А. Продвижение эспарцета в засушливые и степные районы и роль клубеньковых бактерий / А. А. Корнилов, В. Г. Вергелецкая // Микробиология. – 1952. – Вып. 4, Т. 20. – С. 423–428.
2. Мишустин, Е. Н. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс / Е. Н. Мишустин, В. К. Шильникова – М.: Наука, 1973. – 288 с.
3. Bushby, H. V. A. Water status of rhizobia in relation to their susceptibility in desiccation and to their protection by montmorillonite / H. V. A. Bushby, K. C. Marschall // Gen. Microbiol. – 1977. – Vol. 99. – № 1. – P. 19–27.
4. Агафонова, Е. В. Применение ризоторфина на горохе / Е. В. Агафонова, М. Ю. Стукалов, Л. Н. Агафонова // Земледелие. – 2002. – № 5. – С. 28.
5. Ганичева, В. В. Влияние луговых трав на агрохимические свойства почвы / В. В. Ганичева // Кормопроизводство. – 2002. – № 9. – С. 19–21.

УДК 005.591.6:628.31

Карпович В. В., студент 2-го курса

МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Научный руководитель – Васильева Н. В., канд. техн. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Обезвоживание осадков на иловых площадках очистных сооружений средней и большой пропускной способности часто невозможно из-за отсутствия больших земельных площадей для устройства иловых площадок. Для больших по численности городов с развитой инфра-

структурой использование процессов естественной сушки осадков не рационально, как с экономической, так и с экологической точки зрения, поэтому оптимальным методом является механическое обезвоживание осадков на вакуум-фильтрах, фильтрах-прессах и центрифугах.

Осадки, образующиеся на очистных сооружениях населенных мест, характеризуются весьма низкими показателями водоотдачи, что затрудняет применение интенсивных процессов их обезвоживания. Для улучшения водоотдачи изменяется структура осадка таким образом, чтобы произошло перераспределение форм связи влаги в сторону увеличения свободной воды за счет уменьшения доли связанной. Такое изменение структуры осадков позволяет добиваться более глубокого и быстрого их обезвоживания. Процессы подготовки осадков к обезвоживанию называют кондиционированием, методы которого подразделяют на реагентные и безреагентные.:

- реагентные методы используют для обработки осадков неорганических реагентов (хлорное железо, серноокисное железо, известь) или органических высокомолекулярных соединений (полиэлектролитов);

- безреагентные осуществляются методами тепловой обработки и замораживания-оттаивания.

В процессе тепловой обработки происходит распад органических веществ, в основном белков их растворение и переход твердой фазы осадков в жидкую. При этом изменяется структура осадков, их зольность, химический состав, достигаются улучшение водоотдачи и обезвоживание осадков. Тепловой обработке могут подвергаться не только сброженные, но и сырые осадки. Одним из достоинств метода тепловой обработки является полная стерильность обработанного осадка, а к недостаткам относится сложность конструкции реактора, большие энергетические затраты и высокая концентрация органических веществ в фильтрате, которые нужно направлять на биологическую очистку.

Замораживание и последующее оттаивание осадков сопровождается изменением их структуры, при этом связанная влага частично переходит в свободную, и это приводит к улучшению водоотводящих свойств осадков. Такие осадки подвергают механическому обезвоживанию без коагулирования химическими реагентами.

Искусственное замораживание осадков проводится в холодильных установках непосредственного контакта в барабанных или панельных льдогенераторах. Обязательным условием, обеспечивающим снижение стоимости данного процесса за счет уменьшения расхода электроэнер-

гии, является рекуперация теплоты фазовых переходов, обеспечивающая оттаивание осадка за счет теплоты, выделяемой при замораживании. После оттаивания осадок обезвоживается на вакуум-фильтрах или на иловых площадках с естественным основанием и дренажом.

Методы и аппараты, применяемые для обезвоживания осадков сточных вод, классифицируют по виду механического воздействия на их структуру: обезвоживание осадков под разрежением; обезвоживание осадков под давлением; обезвоживание осадков в центробежном поле.

Обезвоживание осадков на вакуум-фильтрах, которые по принципу действия подразделяют на обычные барабанные, барабанные со сходящим полотном, дисковые и ленточные вакуум-фильтрах происходит по определенной технологической схеме.

Барабанный вакуум-фильтр – это вращающийся горизонтально расположенный барабан, частично погруженный в корыто с осадком имеет две стенки: внутреннюю сплошную и наружную перфорированную, обтянутую фильтровальной тканью. Пространство между стенками разделено на 16–32 секции, не сообщающиеся между собой. В зоне фильтрования осадок фильтруется под действием вакуума. В зоне съема осадка в секции подается сжатый воздух, способствующий отделению обезвоженного осадка от фильтровальной ткани. Осадок снимается с барабана ножом. В зоне регенерации ткань продувается сжатым воздухом или паром. Для улучшения фильтрующей способности ткани через 8–24 часов работы фильтр регенируют – промывают ингибированной кислотой или растворами ПАВ.

На барабанных-фильтрах со сходящим полотном регенерация фильтровальной ткани производится непрерывно. Их применение особенно эффективно в тех случаях, когда осадки сточных вод по своей структуре способны быстро заиливать фильтровальную ткань.

Ленточные вакуум-фильтры применяют для обезвоживания быстро расслаивающихся осадков минерального происхождения.

Обезвоживание на фильтр-прессах используют для обработки аморфных осадков. Фильтр-прессы применяют в тех случаях, когда осадок после обезвоживания направляют на сушку или сжигание, или для дальнейшей утилизации с минимальной влажностью. По сравнению с вакуум-фильтрами при прочих равных условиях после обработки на фильтр-прессах осадки получают с меньшей влажностью. Фильтр-прессы по конструкции различают: рамные, камерные, мембранно-камерные, ленточные, винтовые. Для достижения оптимально-

го результата под каждый вид осадка для подбирается специальная фильтровальная ткань: полиамидная или полипропиленовая.

При сравнении методов для механического обезвоживания можно отметить, что каждый из них имеет достоинства и недостатки и для выбора аппаратов обезвоживания осадков большое значение имеет увязка их параметров работы со всей технологической схемой обработки и утилизации осадков, а также с работой сооружений по очистке сточных вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карманов, А. П. Технология очистки сточных вод: учеб. пособие / А. П. Карманов, И. Н. Полина. – Сыктывкар: СЛИ, 2015. – 207 с.

2. Благоразумова, А. М. Обработка и обезвоживание осадков городских сточных вод: учебное пособие / А. М. Благоразумова. – Новокузнецк: Сиб-ГИУ, 2010. – Ч. 1. – 139 с.

УДК 535.3

Ковтунов В. А., студент 2-го курса

ИЗУЧЕНИЕ БЕСКОНТАКТНЫХ ДАТЧИКОВ НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМЫ SMART HOME

Научный руководитель – Цвыр А. В., ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ведение. Главная цель современной системы Smart Home – сделать проживание, нахождение человека внутри дома, максимально комфортным. Современный цифровой дом, простыми словами, – это дом, где контроль за всеми или большинством инженерных систем возложен «на плечи» современных технологий. Развитие данных технологий привело к появлению стандарта шины бытовой электроники Consumer Electronic Bus – CEBus, т. е. оборудование для умных домов должно соответствовать необходимым техническим требованиям.

Цель работы – изучить принцип действия и сферы использования бесконтактных датчиков на примере системы Smart Home.

Материалы и методика исследования. Использован метод анализа научной литературы.

Результаты исследований и их обсуждение. Сегодня EIB (аббревиатура от англ. European Installation Bus) является главной европейской платформой, на которой осуществляется строительство «умных» домов. Обычно при построении «умного» дома на базе EIB использу-

ется следующее оборудование: Сенсоры (бесконтактные датчики) – устройства, получающие информацию о внешних условиях. Рассмотрим сенсоры и принципы их действия подробнее.

1. Ёмкостные датчики. Измеряют ёмкость электрического конденсатора. Принцип действия: ёмкость прямо пропорциональна диэлектрической проницаемости изолятора. Ёмкостные датчики используются в качестве бесконтактных («сенсорных») клавиатур и как датчики уровня жидкостей.

2. Индуктивные датчики. Принцип действия: изменение амплитуды колебаний генератора при внесении в активную зону датчика металлического, магнитного или аморфного материала определенных размеров. При подаче питания на конечный выключатель в области его чувствительной поверхности образуется изменяющееся магнитное поле, наводящее во внесенном в зону материала вихревые токи, которые приводят к изменению амплитуды колебаний генератора. В результате вырабатывается аналоговый выходной сигнал.

Характеризуются простотой, дешевизной и высокой стабильностью параметров. Широко применяются в качестве концевых датчиков станков.

3. Оптические датчики. Механический контакт между чувствительной областью датчика (сенсором) и воздействующим объектом отсутствует. Дальность действия оптических датчиков намного больше, чем у других типов бесконтактных датчиков.

Принцип действия: луч света перекрывается непрозрачным объектом. Оптические датчики широко применяются для определения наличия и количества предметов, присутствия на их поверхности надписей, этикеток или меток, позиционирования и сортировки предметов. С помощью оптических датчиков можно контролировать расстояние, габариты, уровень, цвет и степень прозрачности. Их устанавливают в системы автоматического управления освещением, приборы дистанционного управления, используют в охранных системах.

4. Ультразвуковые датчики. Принцип действия: эхолокация ультразвуком. Датчик содержит в своей конструкции пьезоэлектрический преобразователь, который является и излучателем, и приемником. Пьезоэлектрический преобразователь излучает пакет звуковых импульсов, затем принимает эхо, и преобразует сигнал в напряжение, которое подается на контроллер.

5. Микроволновые датчики. Принцип действия: локация СВЧ излучением «на просвет» или «на отражение». Микроволновый датчик движения способен реагировать на самые незначительные движения

объекта. Получили ограниченное распространение в системах охраны как датчики присутствия или движения.

6. Магниточувствительные выключатели бесконтактные. Простая пара магнит – геркон или датчик Холла.

Широко применяются в системах контроля доступа и охраны зданий как датчики открывания дверей и окон.

7. Пирометрические датчики. Принцип работы: отслеживание уровня ИК-излучения в поле зрения датчика и зависит от уровня ИК-излучения. При появлении человека на выходе пирозлектрического датчика повышается напряжение. Для того чтобы определить, движется ли объект, в датчике используется оптическая система – линза Френеля. Линза Френеля – сложная составная линза, образованная совокупностью концентрических колец относительно небольшой толщины, примыкающих друг к другу. Получили широкое распространение в системах охраны зданий как датчики движения.

Активаторы (исполнительные устройства) – меняют свое состояние (переходят из режима «выключено» в режим «включено» и т. д.) в соответствии с командами, которые поступают от сенсоров, тем самым осуществляется управление различным электрооборудованием: освещением, приборами. Исполнительные устройства представляют собой преобразователи, превращающие входной сигнал, в выходной сигнал, воздействующий на объект управления. Виртуальные приборы используют исполнительные устройства и датчики для взаимодействия с объектами реального мира.

Диммеры – регуляторы электрической мощности. Простейший диммер представляет собой переменный резистор, но на таком регуляторе выделяется чересчур большая мощность, сравнимая на малых уровнях яркости с мощностью нагрузки, что обуславливает низкий КПД и сильный нагрев устройства. Современные светорегуляторы оснащены микроконтроллером и имеют расширенный набор функций: управление яркостью света; автоматическое отключение; имитация присутствия человека; плавное включение и отключение света; дистанционное управление.

Контроллерные модули – они требуются, если предполагается использовать достаточно сложные алгоритмы управления, например, когда нужно управлять несколькими видами оборудования, используя данные различных сенсоров.

Системные устройства – обеспечивают настройку и поддержание в рабочем состоянии самой сети ЕИВ, это шинные соединители, повторители, блоки питания, интерфейсные модули.

Заключение. Технология умного дома создана, чтобы обеспечить автоматическую и согласованную работу всех систем жизнеобеспечения и безопасности. Собственно, внедряются подобные системы сейчас не только в частных домах или квартирах, но и, к примеру, в офисах или на промышленных предприятиях. Многие эксперты считают, что ныне мы находимся лишь в начале пути. Со временем большинство зданий будут иметь высокую степень автоматизации процессов функционирования. Но это завтра, а пока давайте пользоваться тем, что у нас уже есть: к счастью, «умный» дом – реальность уже сегодня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Видяпин, В. И. Физика. Общая теория / В. И. Видяпин, Г. П. Журавлева. – М.: 2005. – С. 166–174.
2. Жуков, Г. Ф. Общая теория энергии / Г. Ф. Жуков. – М., 1995. – С. 11–25.
3. Илларионов, А. Г. Природа энергетики / А. Г. Илларионов. – М.: 1975. – С. 98–105.
4. Журнал «Автоматизация и производство» № 1'2002.

УДК 725.8(476)

Кохович С. А., студент 3-го курса

ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННАЯ И АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ г. ЛУНИНЕЦ

*Научный руководитель – Другомилов Р. А., канд. архитектуры, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь*

Во многих поселениях Республики Беларусь интенсивно развивается сфера строительства новых спортивных и физкультурно-оздоровительных зданий и сооружений. Особенным местом, в котором сочетаются традиционные и уникальные объекты спортивной инфраструктуры является г. Лунинец.

Одним из наиболее интересных спортивных объектов г. Лунинец является «Мотодром». Расположен на краю города. Форма стадиона прямоугольная с закруглениями по краям. Ограждение стадиона состоит из железобетонных плит и столбов с пазами. Внутри с двух сторон расположены деревянные трибуны. Покрытие мотобольной площадки асфальтобетонное. Имеется дополнительное строение, в котором обслуживаются мотоциклы и предусмотрено хранение спортивно-

го инвентаря, на втором ярусе которого расположены трибуны для судейской бригады.

Второй объект города – Стадион «Полесье». Расположен в центре города. Форма стадиона прямоугольная, с закруглениями по краям. Покрытие поля из искусственного газона, так же имеется беговая дорожка вокруг футбольного поля. Рядом расположены административное здание и имеется подтрибунное помещение. Ограждение сформированы из трибун, совмещенных со стальным решетчатым забором. За периметром стадиона располагаются вазы в виде футбольных мячей и установлен мемориал памяти павшим солдатам. У входа так же имеется касса.

Третий объект – Ледовая арена «Олимп». Общая площадь земельного участка 3,37 га. Непосредственно ледовой арены, в здании обустроены раздевалки и душевые для спортсменов, кабинеты для персонала, технические помещения, буфет. Зрительный зал ледовой арены рассчитан на 500 посадочных мест. Местом расположения нового спортивного объекта выбран микрорайон Западный. Площадка для ледовой арены выбрана в непосредственной близости от действующего мотодрома. Здание ледовой арены прямоугольной формы, внутри располагаются фермы, так же имеется вентиляция, которая поддерживает нужную температуру воздуха. На входе здания имеется площадка, вымощенная из брусчатки, на которой располагаются участки с кустарниками, так же имеется дорожка, вымощенная из брусчатки выделанная по периметру красным цветом.

Четвертый объект – плавательный бассейн «Дельфин». Бассейн располагается на втором этаже здания. Чаша разбита на 6 дорожек длиной 25 м, глубина чаши бассейна составляет 2,5 м по всей площади. Основная функция бассейна – проведение физкультурно-оздоровительных и учебно-тренировочных занятий с группами взрослых и детей, уже имеющих начальную подготовку по плаванию. В свободное от учебно-тренировочных занятий время в бассейне проводятся сеансы свободного плавания для всех желающих. Также имеется малый плавательный бассейн (малая чаша), который располагается на первом этаже здания. Глубина мелкой части 0,7 м, глубокой 1,1 м. Основная функция бассейна – проведение физкультурно-оздоровительных и учебно-тренировочных занятий с группами начальной подготовки по плаванию. В свободное от учебно-тренировочных занятий время в бассейне проводятся сеансы свободного плавания для всех желающих. Также в здании имеет бильярдный на 3-м этаже. В зале имеется: два больших стола «Русский бильярд»,

один стол «Американский пул». Кроме того, на базе плавательного бассейна «Дельфин» имеются две сауны, которые располагается в цокольном этаже здания. Каждая сауна рассчитана на 5 человек. В каждой сауне имеются: комната отдыха посетителей; раздевалка; санузел; финские электрокаменки сухого и влажного типа; переливные ведра с холодной водой, 2 душа; массажный стол. На 2-м этаже располагается тренажерный зал. Для посетителей предлагаются силовые и кардио-тренажеры. Площадь тренажерного зала составляет 123,7 м², что позволяет одновременно заниматься 20 спортсменам.

Таким образом, спортивные и физкультурно-оздоровительные объекты г. Лунинец разнообразны по своему назначению и архитектурно-му решению и могут быть наглядными примерами для проектирования подобных сооружений в других поселениях Беларуси.

ЛИТЕРАТУРА

1. TravelAsk [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://travelask.ru/belarus/luninyets/places/stadiony>. – Дата доступа: 12.02.2023.

УДК 631.31/.37:631.461.3:631.82

Кравцова А. А., Соловьев В. Д., студенты 3-го курса
**ОРОШЕНИЕ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ И БАКТЕРИАЛЬНЫЕ
ПРЕПАРАТЫ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ АКТИВНОСТИ
СИМБИОТИЧЕСКОГО АППАРАТА МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ**

Научный руководитель – Кукреши А. С., канд. с.-х. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Важным гарантом продовольственной безопасности страны является обеспечение населения в нужном количестве надлежащего качества сельскохозяйственной продукцией, в частности молоком и мясом. Одной из основных проблем современного животноводства является потребность в сбалансированном по белку и аминокислотному составу корме. В связи с этим большое значение приобретает вопрос создания условий для получения высоких урожаев многолетних бобовых и злаковых трав с оптимальным химическим составом конечной продукции.

В сложившихся климатических и почвенных условиях важным показателем успешного функционирования симбиотического аппарата является наличие достатка влаги в почве. Так, по данным многих исследователей, понижение влажности почвы до 35 % от максимальной

влагоемкости почвы снижает азотфиксирующую способность клевера до 55,8–91,2 %. Известно, что оптимальная влажность, при которой активно образуются клубеньки лежит в пределах 60–70 % от наименьшей влагоемкости. Поэтому использование орошения позволит обеспечить благоприятные условия для роста многолетних трав и создать оптимальные условия для развития клубеньковых бактерий участвующих в биологической фиксации атмосферного азота. Однако исследований по изучению эффективности применения на сенокосных травостоях бактериальных препаратов при условии орошения проведено недостаточно.

Для этого на опытном поле «Гушково» УО БГСХА были проведены исследования по выявлению эффективности совместного применения биопрепаратов и орошения при возделывании бобово-злаковой травосмеси, включающей: клевер луговой, клевер ползучий, тимофеевка луговая, кострец безостый. Схема опыта включала следующие блоки: $P_{60}K_{110}$ (без орошения), $P_{60}K_{110}$ + орошение и $P_{60}K_{110}$ + N_{40} + орошение. Блоки включали по четыре варианта: контроль (без инокуляции), инокуляция бобовых компонентов травосмеси сапронитом, инокуляция злаковых компонентов азобактерином, совместная инокуляция бобовых и злаковых компонентов сапронитом и фитостимифосом.

Обработка семян многолетних трав бактериальными препаратами велась из расчета 200 г на гектарную норму семян. Результаты исследований показали, что использование орошения в сочетании с бактериальными препаратами оказало достоверно положительное влияние на накопление травосмесью биологического азота (таблица).

Накопление биологического азота бобово-злаковой травосмесью, кг/га

Вариант	Годы использования		В среднем за 2 года
	второй	третий	
1	2	3	4
$P_{60}K_{110}$ (без орошения)			
Без инокуляции	48,1	29,6	38,8
Сапронит	76,0	51,2	63,6
Азобактерин	57,2	36,4	46,8
Сапронит + фитостимифос	75,4	49,3	62,3
$P_{60}K_{110}$ + орошение			
Без инокуляции	60,4	40,1	50,2
Сапронит	96,9	72,3	84,6
Азобактерин	78,6	57,8	68,2
Сапронит + фитостимифос	94,8	71,7	83,2

1	2	3	4
$P_{60}K_{110} + N_{40} + \text{орошение}$			
Без инокуляции	61,2	41,9	51,5
Сапронит	97,3	76,4	86,8
Азобактерин	80,8	62,2	71,5
Сапронит + фитостимифос	96,2	74,9	85,5

Так наибольшие значения накопления биологического азота травосмесью прослеживались в вариантах с сочетанием обработки семян бобовых трав сапронитом и орошением. Так применение сапронита на фоне $P_{60}K_{110}$ (без орошения) способствовало увеличению накопления биологического азота в среднем за годы исследований на 24,8, $P_{60}K_{110} + \text{орошение}$ соответственно на 34,4 и $P_{60}K_{110} + N_{40} + \text{орошение}$ – 35,3 кг/га по сравнению с аналогичными вариантами без инокуляции. Положительный эффект накопления биологического азота за счет фиксации его из атмосферы получен также при совместном применении для инокуляции семян злаковых и бобовых трав симбиотического препарата сапронита и фосфатмобилизующего препарата фитостимифоса.

Несколько меньший, но положительный эффект в накоплении биологического азота бобово-злаковой травосмеси отмечен также при инокуляции семян злаковых трав азобактерином. Увеличение накопления биологического азота травосмесью на фоне без орошения составило 8,0 на фоне с применением орошения 17,0, и на фоне с использованием орошения и стартовой дозы азота – 20,0 кг/га по сравнению с вариантами без инокуляции.

Таким образом, результаты исследований показали, что наиболее оптимальным приемом, способствующим усилению процесса накопления биологического азота, является использование при инокуляции семян многолетних бобовых трав симбиотического препарата сапронит на фоне орошения дождеванием.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корнилов, А. А. Продвижение эспарцета в засушливые и степные районы и роль клубеньковых бактерий / А. А. Корнилов, В. Г. Вергелецкая // Микробиология. – 1952. – Вып. 4, Т. 20. – С. 423–428.
2. Мишустин, Е. Н. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс / Е. Н. Мишустин, В. К. Шильникова – М.: Наука, 1973. – 288 с.
3. Bushby, H. V. A. Water status of rhizobia in relation to their susceptibility in desiccation and to their protection by montmorillonite / H. V. A. Bushby, K. C. Marschall // Gen. Microbiol. – 1977. – Vol. 99. – № 1.

УДК 628.31

Красин А. А., студент 2-го курса

АВТОМАТИЗАЦИЯ И КОНТРОЛЬ ЗА РАБОТОЙ ВОДООТВОДЯЩИХ СЕТЕЙ, НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ И ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Научный руководитель – Васильева Н. В., канд. техн. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Автоматизация систем и сооружений водоотведения направлена на улучшение качества водоотведения и очистки сточной воды, обеспечивая бесперебойность отведения и перекачку сточных вод, качество очистки сточных вод.

Управление сооружениями системой водоотведения способствует повышению надежности их работы путем контроля за состоянием оборудования. Проверка достоверности информации и стабильности работы сооружений, стабилизация параметров технологических процессов и показателей качества очистки сточных вод, позволяет оперативно реагировать на возмущающие воздействия (изменение количества отводимой сточной воды, изменение качества очищенной сточной воды), локализации и ликвидации аварий и сбоев в работе технологического оборудования.

В настоящее время водоотводящие сети и насосные станции на стадии проектирования разрабатываются с учетом управления без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

Функциональная структура автоматизированных систем управления (АСУ) водоотводящими сетями состоит из следующих видов наблюдения и управления: контроль за работой водоотводящих сетей при помощи современного телеметрического оборудования; проведение профилактического осмотра наиболее уязвимых участков водоотводящих сетей передвижными телевизионными камерами, бесконтактные методы измерения концентрации вредных газов, измерение количества сточных вод при помощи специальных, также бесконтактных измерителей расходов сточных вод. Этот сбор и отображение информации на диспетчерских пунктах водоотводящих сетей в критических ситуациях, позволяет перераспределить потоки сточной воды на насосные станции или коллектора.

Автоматизированная система управления технологическими процессами водоотведения подразделяется на три типа:

- система управления водоотводящей сетью;
- система управления насосными станциями для перекачки сточных вод;
- система управления очистными сооружениями.

Каждый тип системы внутри включает в себя следующие структуры: функциональную; организационную; информационную; программную; техническую.

По функциональному признаку каждая системы управления подразделяется на три подсистемы:

- оперативный контроль и управление технологическими процессами;
- оперативное планирование технологических процессов;
- расчет технико-экономических показателей, анализ и планирование работы системы водоотведения.

Постоянное отслеживание работы водоотводящих сетей при помощи систем телеметрии, профилактическое обследование критических участков позволяет выполнить необходимые мероприятия по предотвращению аварий на сетях водоотведения, а в аварийных ситуациях принимать экстренные меры для ликвидации аварии и её последствий. Телевизионный мониторинг выявляет наиболее уязвимые участки сети, требующие текущего или капитального ремонта, а учёт количества отводимой сточной воды позволяет устранить несанкционированный сброс сточных вод или при возникновении критических ситуаций перераспределить потоки воды.

В больших по количеству жителей и насыщенности производственными предприятиями городов для насосных станций используют следующие виды управления: автоматическое управление насосными агрегатами в зависимости от уровня сточной воды в приёмном резервуаре; дистанционное или телемеханическое из диспетчерского пункта. Для малых городов и небольших посёлков используют местное управление с периодически приходящим персоналом и передачей необходимых сигналов на диспетчерский пункт, а также применение систем плавного пуска и частотного регулирования работой насосных агрегатов в зависимости от притока сточных вод и равномерности их подачи на очистные сооружения.

На насосных станциях, оборудованных агрегатами с высоковольтными двигателями, работает постоянный персонал, обслуживающий системы подачи и распределения электроэнергии. Управление насосной станцией на них осуществляется с централизованного щита управления с автоматизированной передачей информации о работе насосной станции на диспетчерский пункт службы, осуществляющей эксплуатацию систем и сооружений водоотведения.

На насосных станциях кроме основных насосных агрегатов имеются и резервные, которые включаются в работу при пиковой нагрузке на основные, а в аварийных ситуациях (при затоплении насосной станции и выхода из строя одного источника энергопитания) автоматическое выключение всех насосных агрегатов и подачу сточной воды в накопительный резервуар, с включением перемешивающих устройств для предотвращения загнивания сточной воды. Система запуска насосных агрегатов в работу имеет автоматическое открытие задвижек на напорных линиях и это обязательное требование, так как пуск насосов с синхронными двигателями при закрытых задвижках может привести к возникновению гидравлических ударов.

Автоматический режим работы насосной станции контролирует следующие технологические параметры: расход перекачиваемой сточной воды; уровни сточной воды в приёмном резервуаре; уровни воды в дренажном приемке; давление в напорных трубопроводах; давление, развиваемое каждым насосным агрегатом; температуру подшипников. В зависимости от этих параметров происходит включение в работу вышеперечисленных систем управления насосными станциями с местного или централизованного диспетчерского пункта.

Применение на насосных станциях систем плавного пуска и частотного регулирования работы насосов в зависимости от режима поступления сточных вод не только снижает коэффициент неравномерности, но и увеличивает срок службы насосных агрегатов и сокращает примерно на 30–40 % потребление энергии.

На насосных станциях при постоянном присутствии обслуживающего персонала предусмотрена местная аварийно-предупредительная сигнализация, а в случае полностью автоматизированных насосных станций на диспетчерских пунктах с круглосуточным дежурством смонтирована дополнительная сигнализация.

Автоматизация работы очистных сооружений позволяет равномерно подавать и оптимально распределять сточную воду по сооруже-

ям, группам и блокам сооружений биологической очистки, уменьшить количество сжатого воздуха пропорционально расходу сточной воды и их качественного состава, повысить точность измерения показателей качества очищенной сточной воды, а при обработке осадков сточных вод применение оптимального и взаимосвязанного дозирования реагентов, производить коррекцию по показателям качества обработанного осадка.

Внедрение автоматического управления всеми элементами систем водоотведения позволяет сократить эксплуатационные затраты на электроэнергию; оперативно управлять распределением потоков сточных вод в водоотводящей сети; экономно распределять нагрузки между канализационными насосными станциями; оптимально распределять нагрузки между насосными агрегатами перекачки сточных вод; рационально использовать аккумулирующие емкости, что способствует выработке дифференцированного тарифа для уменьшения стоимости электроэнергии, расходуемой насосными агрегатами, сокращению расхода электроэнергии за счёт применения современных методов управления системами перекачки и очистки сточных вод Автоматическое обнаружение и локализация аварий, нарушение в работе оборудования и сооружений, автоматическая проверка достоверности информации по качественным показателям очистки, доочистки и дезинфекции сточных вод сокращает число обслуживающего персонала и улучшает условия труда, уменьшает долю ручного труда, улучшает безопасность работы производственного персонала и создаёт комфортные условия работы за счет применения дистанционного управления технологическими процессами. В результате чего облегчается труд производственного персонала, а успешный опыт применения новых средств контроля и управления на отдельных элементах системы водоотведения приводит к централизации и интеграции управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронов, Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник / Ю. В. Воронов, С. В. Яковлев; ред. Ю. В. Воронов. – 4-е изд., доп. и перераб. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с.
2. Калицун, В. И. Гидравлика, водоснабжение и канализация: учеб. пособие / В. И. Калицун, В. С. Кедров, Ю. М. Ласков. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 2000. – 397 с.

УДК 556.047

Кулишевич С. А., студентка

СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Научный руководитель – Дуброва Ю. Н., канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Базовым документом, отражающим основные направления использования водных источников и сооружений на них, является национальная стратегия управления водными ресурсами в условиях изменения климата на период до 2030 года, утвержденная постановлением Совета Министров Республики Беларусь 22 февраля 2022 г.

Национальная стратегия направлена на повышение эффективности использования водных ресурсов для обеспечения устойчивого экономического роста страны в условиях изменяющегося климата и создание условий для сохранения водных экосистем.

Национальная стратегия разработана в соответствии с Программой социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы, утвержденной Указом Президента Республики Беларусь от 29 июля 2021 г. № 292.

В этом документе отражены фундаментальные принципы государства в области использования и охраны водных ресурсов, сохранения экосистем, определяет основные направления деятельности по охране и использованию водных ресурсов Республики Беларусь, обеспечивающие: охрану водных объектов и подземных вод от загрязнения; устойчивое рациональное водопользование в промышленности и сельском хозяйстве, в том числе путем использования геотермального потенциала подземных вод; гарантированное снабжение населения качественной питьевой водой; защиту населения и территорий от негативного воздействия вод; снижение удельного водопотребления и повышение эффективности использования водноресурсного потенциала, в том числе за счет расширения использования водных объектов для отдыха и экотуризма на международном и национальном уровнях [1].

Территория Республика Беларусь составляет 207,6 тыс. кв. километров. Сельскохозяйственные земли занимают 44 процента территории страны, леса – 38 %, под водными объектами находится 2 % территории, прочие земли составляют 16 %. В результате аварии на Чер-

нобыльской атомной электростанции пятая часть территории республики серьезно пострадала: в зоне радиоактивного загрязнения оказались 15 % сельскохозяйственных угодий и 22 % лесов.

На территории республики находится около 10,8 тыс. озер, 88 % из которых имеют площадь зеркала до 10 га. Озер площадью более 100 га всего 2,2 %. В озерах республики сосредоточено около 9 куб. километров воды.

В данный момент в Республике Беларусь создано 153 водохранилища. Полезный объем водохранилищ – 1,2 куб. километра. Полный объем водохранилищ составляет 2,95 куб. километра, их суммарная площадь – 797 кв. километров, или 0,5 % площади республики. По месту расположения преобладают водохранилища руслового типа (50 % от общего числа водохранилищ республики). На севере широко представлены водохранилища,

В тоже время, для регулирования почвенной влажности мелиорированных сельскохозяйственных земель и поверхностного стока (обеспечения проектных норм осушения) на площади 2,9 млн. гектаров мелиорированных сельскохозяйственных земель построен сложный комплекс гидротехнических сооружений, который включает 161,2 тыс. километров каналов и водоприемников, 956,7 тыс. километров закрытых дренажных коллекторов, 480 насосных станций, 3,3 тыс. мостов, 2,2 тыс. шлюзов-регуляторов, 24,4 тыс. труб-регуляторов, 52,4 тыс. труб-переездов и др.

Брестчина – самый мелиорированный регион Беларуси. Здесь находится 758 тыс. га осушенных земель, из них 700 тыс. га – сельскохозяйственные угодья. Это более половины всех сельхозугодий области. Для их обслуживания построено 300 насосных станций, проложена 41 тыс. км открытых каналов. Мелиоративное хозяйство региона насчитывает 23 тыс. сооружений, где особую заботу вызывают дамбы, общая длина которых составляет 2 тыс. 870 км.

Ввод в эксплуатацию большинства гидротехнических сооружений водохранилищного фонда Республики Беларусь приходится на середину прошлого века. Нормативный срок эксплуатации большей части из них закончился, либо подходит к концу. Период проведения текущих или капитальных ремонтов уменьшается (в случаях поломки ГТС) либо возникает необходимость в реконструкции этих объектов. Срок эксплуатации большинства гидротехнических в соответствии с классом капитальности сооружений не должен превышать пятидесяти лет, оценка состояния объектов потенциальной опасности требует наличия

объективной информации о техническом состоянии упомянутых сооружений и инженерных систем гидротехнического назначения [2].

Производство работ, очередность и сроки возведения сооружений при строительстве гидротехнических сооружений имеет ряд существенных особенностей по сравнению со строительством других промышленных сооружений. Зависимость типа и конструкции применяемых гидротехнических сооружений от местных природных условий (топографических, геологических, гидрологических, климатических) является характерной при строительстве ГТС. Различия в инженерно-геологических и топографических условиях влечет изменения в компоновке сооружений, диктует разнообразие типов сооружений и их конструкций, определяет оптимальное сочетание применения местных материалов, бетона, железобетона и т. д. Такое различие вызывает необходимость проведения разных видов основных работ (бетонных, земляных) с применением соответствующей по видам и мощностям строительной техники.

Поддержание или полное восстановления основных технических параметров и увеличения срока службы возможно при проведении ремонтных работ. Эти работы включают очистку каналов от заиления, восстановления разрушенных или поврежденных дренажных устьев, заделки промоин плотин и дамб, трещин и раковин в сетевых железобетонных сооружениях и т. п. Важными направлениями в ремонте являются усиление основных и вспомогательных конструкций сооружений и их оснований при повышении риска аварии, обеспечение (повышение) водопропускной способности основных гидротехнических сооружений, замена оборудования в связи с его износом для повышения водообеспечения оросительных систем, увеличения грузо- и судопропускной способности судоходных сооружений, улучшения экологических условий зоны влияния гидроузла.

Изменении нормативных требований, в случае изменения условий эксплуатации (изменение расчетного сбросного расхода, подпорного уровня, работа сооружения в комплексе с вновь построенными объектами и т. п.) требует проведения реконструкции гидротехнических сооружений. Реконструкцию и в большинстве случаев ремонт основных сооружений следует производиться без прекращения выполнения ими основных эксплуатационных функций, что влечет за собой трудности в проведении этих работ.

Основные направления реконструкции указаны в нормативных документах, которые распространяются на проектирование вновь строя-

щихся, реконструируемых и ремонтируемых гидротехнических сооружений всех видов и классов. Требования настоящего технического кодекса являются обязательными для всех физических и юридических лиц, осуществляющих разработку проектной документации на строительство новых, реконструкцию и ремонт существующих гидротехнических сооружений независимо от их отраслевой принадлежности и форм собственности.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22200091> – Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Дата доступа: 26.03.2024.
2. Калинин, М. Ю. Водохранилища Беларуси / М. Ю. Калинин. – Минск, 2005. – 205 с.
3. СН 3.04.01-2020 – Гидротехнические сооружения общего назначения.

УДК 628.1

Кулишевич А. С., студентка

ВОДОСНАБЖЕНИЕ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Научный руководитель – Дуброва Ю. Н., канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Нормальное функционирование и устойчивое развитие ни одной отрасли экономики невозможно без надежного обеспечения водой надлежащего качества. В городском хозяйстве выделяют два основных типа потребителей воды: коммунальное хозяйство (население); производство. В сельском хозяйстве существует четыре основных типа потребителей: коммунальный сектор; производственный сектор; животноводческий сектор; растениеводческий сектор.

Для устойчивого развития АПК необходимо развивать все вышеперечисленные секторы экономики. Соответственно должны модернизироваться системы водоснабжения и водоотведения.

В настоящее время в сельском хозяйстве Республики Беларусь неудовлетворительное состояние систем водоснабжения и водоотведения зачастую является тормозом в деле модернизации производства и повышения уровня жизни населения. Несмотря на разработку и реализацию Государственной программы по водоснабжению и водоотведению «Чистая вода» на 2006–2010 и 2011–2015 годы ситуация в сельском

хозяйстве оставалась неудовлетворительной. Принята Государственная программа «Комфортное жилье и благоприятная среда» до 2025 года. Госпрограмма направлена на дальнейшее развитие жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), сферы бытового обслуживания, повышения доступности энерго- и газоснабжения в населенных пунктах.

Некоторые сельские населенные пункты и предприятия имеют системы водоснабжения и водоотведения, созданные еще в Советском Союзе. Как правило, эти системы не могут обеспечить надежное водоснабжение с качественными показателями, соответствующими современным требованиям. Часто эти системы вообще не имеют оборудования для водоподготовки и контроля качества воды. Большое количество жителей сельских населенных пунктов не имеют возможности пользоваться централизованной системой водоснабжения и водоотведения. В этом случае население вынуждено самостоятельно решать вопросы водоснабжения, как правило, за счет подземных источников при помощи шахтных или трубчатых колодцев (скважин). При этом очистка сточных вод не производится вообще или осуществляется на примитивных локальных сооружениях. Это приводит к ухудшению экологической обстановки и загрязнению водных источников. Также это не способствует улучшению уровня жизни и здоровья населения, существенно снижает привлекательность жизни в сельской местности. Сельскохозяйственные организации и предприятия вынуждены самостоятельно решать вопросы водоснабжения и водоотведения при отсутствии кадров соответствующей квалификации.

Нужды сельского хозяйства являются второй по значимости целью водопользования, на которую в 2020 г. приходилось 379 млн. куб. м, или 32,1 процента от общего объема используемой воды.

Приоритетным водопользованием в сельском хозяйстве является мелиорация земель, рыборазведение и водоснабжение для производства сельскохозяйственной продукции.

Водоснабжение на нужды сельского хозяйства осуществляется как из подземных, так и из поверхностных источников.

Для создания и поддержания оптимального для сельскохозяйственных растений, лесов и иных насаждений режима почв используется свыше 165 тыс. км каналов и водоприемников, около 5 тыс. км защитных и ограждающих дамб, 1074 пруда и водохранилища, и других объектов инженерной защиты. Общая площадь мелиорированных земель в республике составляет 3,4 млн. гектаров, из них 2,9 млн. гектаров за-

нимают сельскохозяйственные земли. Основная часть мелиорированных земель приходится на Брестскую и Гомельскую области.

Однако наряду с положительной тенденцией водопользования в сельском хозяйстве имеют место следующие проблемы, требующие решения.

Актуальность вопроса охраны водных ресурсов в сельском хозяйстве усиливается в современных условиях и в большей степени проявляется при попадании в поверхностные водные объекты загрязняющих веществ от рассредоточенных (диффузных) источников, а также в результате ненадлежащей эксплуатации систем навозоудаления и навозохранения на животноводческих комплексах и фермах.

Сельскохозяйственные земли являются главным рассредоточенным (диффузным) источником загрязнения поверхностных водных объектов. Поступление загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты в результате внесения и смыва удобрений и химических средств защиты растений ухудшает экологическое состояние поверхностных водных объектов и приводит к заморным явлениям.

Для решения проблем в области сельскохозяйственного водоснабжения и водоотведения необходимо решить комплекс задач организационного, научного, технического, экономического и правового характера, в частности: провести всесторонний анализ проблемы и разработать научно-обоснованную программу, направленную на решение проблемы; создать специальную службу для оказания услуг по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и капитальному ремонту систем водоснабжения и водоотведения сельскохозяйственных организаций и предприятий; наладить систему мониторинга качества воды.

По результатам проведенных в 2020 году обследований гидротехнических сооружений и устройств, возведенных на реках (ручьях) для регулирования водных потоков, в том числе входящих в состав мелиоративных систем, установлены факты ненадлежащей их эксплуатации, приводящей к ухудшению состояния поверхностных водных объектов (снижение уровней воды или ее отсутствие, изменение гидрологического режима, повлекшее зарастание водоемов, и другое), что, в свою очередь, потребует совершенствования механизма осуществления контроля в данной области.

В целом эффективное поглощение воды сельскохозяйственными культурами может достигаться за счет планирования ирригации на основе потребности в воде для различных культур на разных стадиях

роста и в зависимости от превалирующих условий окружающей среды (нормы орошения).

ЛИТЕРАТУРА

1. Водоснабжение и водоотведение / В. С. Кедров [и др.]. – М.: Стройиздат, 2002. – 336 с.
2. Абрамов, Н. Н. Водоснабжение: учебник для вузов / Н. Н. Абрамов. – Изд. 2-е. – М., 1974. – 480 с.
3. Зуев, К. И. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения: учеб. пособие / К. И. Зуев. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2016. – 224 с.
4. Сельскохозяйственное водоснабжение: справочник / Л. Е. Тажикаев [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1992. – 287 с.
5. Образовский, А. С. Водозаборные сооружения для водоснабжения из поверхностных источников / А. С. Образовский, Н. В. Ереснов. – М.: Стройиздат, 1976. – 268 с.
6. <https://pravo.by/novosti/novosti-pravo-by/2021/february/59018/>. – Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь.
7. <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22200091>. – Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь.

УДК 628.1

Кулишевич А. С., студентка

СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ФИЛЬТРОВ ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН

Научный руководитель – Дуброва Ю. Н., канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Подземные воды играют важную роль. Объёмы потребления подземных вод в Республике Беларусь, как и во всём мире постоянно возрастают. Эксплуатация подземных вод осуществляется главным образом буровыми скважинами, как наиболее эффективными и экономичными водозаборными сооружениями, а эффективность и экономичность объясняется качеством проекта, в котором должно быть предусмотрено применение наиболее совершенных технических средств и технологии бурения с учётом интересов рационального использования природных ресурсов и охраны. Фильтр является основой успешной работы скважины. Правильно устроенная скважина должна давать максимальное количество воды с минимальными механическими примесями при максимальном эксплуатационном ресурсе, но с минимальными расходами при строительстве.

Для данного исследования был применен описательный метод, включающий приём анализа и синтеза теоретических материалов. Материалом для исследования послужили частные мнения деятелей, освещающих данную тему, а также государственная статистика по данной теме.

В настоящее время гидрогеологические условия Республики Беларусь предрасполагают необходимость оборудования водозаборных скважин фильтрами. Их основное назначение заключается в том, чтобы удерживать стенки скважин от обрушения и обеспечивать беспрепятственный пропуск воды в скважину.

При отборе воды из скальных пород в скважинах устанавливают фильтры, они являются одним из самых важных элементов скважины, предотвращают попадания в эксплуатационную колонну мелких частиц породы водоносного горизонта.

Фильтр состоит из водоприемной (рабочей) части, надфильтровых труб и отстойников. Желательно, чтобы рабочая часть фильтра была равна всей мощности водоносного пласта (не менее 3 м).

Конструкции фильтров должны соответствовать следующим требованиям:

- 1) обладать необходимой механической прочностью;
- 2) быть достаточно устойчивой против коррозии и эрозии;
- 3) диаметры фильтровых каркасов должны быть рассчитаны на максимальный пропуск воды со скоростью, не превышающей 1,5–2 м/с;
- 4) обеспечивать ремонтпригодность с применением устройств по их очистке механическими, химическими, импульсными и комбинированными способами;
- 5) срок эксплуатации не менее 25 лет;
- 6) обеспечивать поступление воды в скважину с минимальными гидравлическими сопротивлениями.

В зависимости от глубины залегания, гидрогеологических условий и видов пород водоносных пластов применяют следующие типы и конструкции фильтров:

- каркасно-стержневые;
- трубчатые с щелевыми или круглыми отверстиями;
- с проволоочной обмоткой;
- сетчатые;
- полимерные кольцевые.

Сетчатые фильтры состоят из: сетки, проволочной обмотки, дырчатой трубы. Они применяются для добычи воды из **водоносных песков**. **Медная проволочная обмотка применяется** для того, чтобы сетка не прилегла к трубе плотно и обеспечила наибольшую пропускную способность фильтра.

Также фильтр состоит из каркаса. Каркасы фильтров могут быть:

- стержневые;
- трубчатые с круглыми или щелевыми отверстиями;
- каркасы из штампованного листа;
- спирально-проволочные.

Каркасы являются основой для водоприемной поверхности, которая устраивается из: штампованного листа, металлических, проволочной обмотки и неметаллических сеток.

Наиболее распространенным и эффективным типом фильтров являются гравийные фильтры, которые подразделяются на:

- засыпные;
- кожуховые;
- блочные.

Кожуховые и блочные фильтры собираются на поверхности и в готовом виде устанавливаются в скважинах.

Гравийные фильтры могут иметь в качестве поддерживающей основы непосредственно фильтры-каркасы (стержневые, трубчатые и др.) или различные водоприемные поверхности – проволочные обмотки, сетки и т. д.

Конструкции и типы фильтров водозаборных сооружений в каждом конкретном случае определяются в зависимости от состава пород водоносного горизонта и дебита скважины.

Таким образом, изучив и осуществив подбор системы очистки воды для скважины необходимо принимать во внимание не стоимость, а в первую очередь особенности места, где будет производиться её установка. Также следует учитывать особенности почвы, а кроме этого химический состав воды. Если грамотно подойти к выбору фильтра, то можно получить хорошую фильтрующую систему, которая обеспечит нашу территорию чистой водой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Водоснабжение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vodabur.by>.
2. Бурение скважин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://burit.by>.

3. Фильтры водозаборных скважин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vikidalka.ru/1-15268.html>.

4. Пособие по проектированию сооружений для забора подземных вод (К СНИП 2.04.02-84) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.infosait.ru/norma_doc/7/7185/index.htm.

5. Типы фильтров водозаборных скважин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://gidroznatsi.narod.ru/Byrenie_skvazin/tipi_skvazin.htm.

УДК 631.31/.37:631.461.3:631.82

Леганьков Е. В., студент 1-го курса

ОСТРУКТУРИВАНИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ЛЕГКОСУГЛИНИСТЫХ ПОЧВ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИХ ПЛОДОРОДИЯ

Научный руководитель – Кукреши А. С., канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

В настоящее время перед сельским хозяйством Республики Беларусь в области растениеводства стоит важная задача увеличения производства валового продукта и сокращение производственных затрат. Однако это невозможно без использования перспективных технологий возделывания сельскохозяйственных культур и оптимизации всех условий для их продуктивности. Важным условием при этом является уровни плодородия почв, которые, несомненно, являются одним из лимитирующих факторов, оказывающих влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур.

Поэтому нами была поставлена задача, разработать способы оструктуривания осушенных дерново-подзолистых легкосуглинистых почв с целью оптимизации их плодородия и создать условия для их эффективного использования.

Одним из способов, который позволяет повысить уровень плодородия почв данного гранулометрического состава является использование приема торфования, что оказывает положительное воздействие на изменение основных свойств этих почв. Это подтверждается исследованиями ряда ученых [1–3].

Полевые опыты закладывались на культурах: ярового ячменя и тимофеевки луговой в 2005–2007 гг. В качестве мелиорантов при этом мы использовали торф в дозах 100 и 250 т/га. Для существенного изменения свойств почвы проводили комплекс агротехнических меро-

приятий: известкование, внесение высоких доз органических и минеральных удобрений. В качестве фона под яровую пшеницу использовали следующие дозы удобрений $N_{110}P_{90}K_{160}$, под тимофеевку луговую соответственно – $N_{90}P_{90}K_{160}$. В качестве известкового материала использовали доломитовую муку в дозе 5 т/га.

Опыты проводились согласно общепринятой методике проведения полевых экспериментов.

В результате исследований выявлено, что использование торфа в качестве мелиоранта способствовало снижению плотности почвы в среднем с 2,60 г/см³ на фоне без использования торфа до 2,50 на варианте с использованием торфа в дозе 100 т/га, соответственно произошло увеличение порозности до 54,14 на пшенице и 49,58 % на многолетних травах. Следовательно, применение торфа для оструктурирования почв способствовало улучшению водно-физических свойств оптимизируемых почв.

Использование торфа позволило оптимизировать кислотность (таблица). Так, до оптимизации pH в вытяжке KCl составляла 4,8, а после на фоне с внесением торфа в дозе 100 т/га – 6,45, 250 т/га соответственно 6,55.

**Влияние использования торфа на агрохимические показатели
дерново-подзолистых легкосуглинистых почв**

Вариант опыта	pH в KCl	Гумус, %	P ₂ O ₅ , мг/100 г	K ₂ O, мг/100 г
Ячмень				
Контроль	6,30	2,91	12,18	20,8
Торф 100 т/га	6,45	3,69	19,91	22,9
Торф 250 т/га	6,55	4,00	20,22	24,1
Тимофеевка луговая				
Контроль	6,15	3,42	13,90	17,50
Торф 100 т/га	6,18	3,60	15,60	19,00
Торф 250 т/га	6,20	4,88	16,30	21,30

Действие оптимизации сказалось на резком увеличении содержания гумуса по всем вариантам опыта на второй год (таблица). При этом содержание гумуса до оптимизации составляло 2,91, после ее соответственно на варианте с использованием торфа в дозе 100 т/га – 3,69 и 250 т/га – 4,00 %. На третий год проведения опытов содержание гумуса на этих вариантах составило соответственно – 3,49 и 4,37 %.

Применение торфа значительно улучшило и агрохимические показатели почв, такие как содержание подвижного фосфора и калия. Содержание подвижных форм фосфора при этом в варианте с использованием торфа в дозе 250 т/га составило под ячменем 20,22, тимофеевкой 33,05 мг/100 г почвы. Содержание подвижных форм калия соответственно составило под ячменем 24,1, тимофеевкой – 21,30 мг/100 г почвы.

Под воздействием мероприятий, направленных на оптимизацию, улучшилась их биологическая активность. Применение торфа способствовало увеличению численности полезных микроорганизмов и усилению их активности в изучаемых почвах, особенно азотофиксирующих и целлюлозоразлагающих микроорганизмов.

Вследствие этих всех выше отмеченных изменений, которые возымели место в исследуемой почве, произошло соответственно и повышение урожайности и качества продукции сельскохозяйственных культур, выращиваемых на ней. Так применение торфа уже в дозе 100 т/га дало достоверную прибавку урожайности ячменя равную 2,5 ц/га, а применение дозы торфа 250 т/га – 18,1 ц/га зерна. Те же самые тенденции были отмечены при возделывании на этих почвах многолетних трав.

Таким образом, проведенные исследования показали, что применение торфа на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах способствует оптимизации плодородия почвы, улучшению их агрохимических показателей, биологической активности. Вследствие этого всего создаются предпосылки для повышения эффективности использования этих почв и получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур надлежащего качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Муха, В. Д. Изменение физико-химических свойств чернозема типичного при его длительном сельскохозяйственном использовании / В. Д. Муха, В. И. Лазарев // Агрохимия. – 2003. – № 1. – С. 5–7.
2. Ильина, Л. В. Комплексное воспроизводство плодородия серых лесных почв и его эффективность / Л. В. Ильина. – Рязань: Узоречье, 1997. – 231 с.
3. Изменение свойств черноземов в результате хозяйственной деятельности человека / А. В. Смык [и др.] // Тез. докл. Всерос. конф. – М., 2002. – С. 185.

УДК 69.059:691.3

Павлович Ю. В., студентка 3-го курса

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ВИДОВ БЕТОНА ПРИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Научный руководитель – Другомилова О. В., ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Появление в бетонных и каменных конструкциях трещин, проблема гораздо серьезнее, чем думает большинство людей. И дело не только в эстетике, хотя это, безусловно, важно. Проблема комплексная: вода проникнет в трещину и начинает негативно воздействовать на прочность бетона и арматуры. В среде с нестабильными температурами эта проблема усугубляется эффектом замерзания и оттаивания. Вода в трещине расширяется во время морозных зим, увеличивая ширину раскрытия трещины. Затем, когда весной лед тает, вода глубже просачивается в материал конструкции, углубляя трещину, что снижает несущую способность конструкции.

Если бы бетон, кирпич или металл могли себя восстанавливать, на ремонтно-восстановительных работах можно было бы сэкономить миллиарды, не говоря уже о снижении экологического ущерба за счет замены поврежденных материалов.

Традиционный бетон – очень надежный и хорошо зарекомендовавший себя строительный материал, но при появлении трещин он теряет свои свойства. Многие ученые по всему миру работают над тем, чтобы улучшить качество данного материала.

Выражение «самовосстановление бетона» на первый взгляд кажется довольно вычурным. В 2015 г. изобретатель Хенк Йонкерс из Делфтского технологического университета создал инновационный метод ремонта трещин в бетоне с помощью бактерий. Принцип технологии прост: в бетон добавляются капсулы, содержащие бактерии и питательные вещества. Бактерии активизируются, как только к ним прикасается вода. Затем потрескавшийся бетон восстанавливается благодаря влажности и заполняется известняком, вырабатываемым бактериями.

Помимо этой биотехнологии, есть еще одно решение, предложенное корейскими исследователями, которое заключается в добавлении в бетон капсул определенного полимера. Под воздействием влаги и солнечных лучей этот полимер тоже начинает реагировать, набухая и заполняя трещину.

Недавно американские ученые из Вустерского политехнического института (WPI) также представили свои исследования по самовосстанавливающемуся биобетону. В этом случае добавляется фермент для реакции с кристаллами карбоната кальция с выделением CO_2 . Их свойства аналогичны свойствам бетона. В результате все трещины заполняются, а прочность бетона восстанавливается. Этот метод позволяет восстановить трещину в 1 мм за один день.

Еще одно открытие ученых Университета Колорадо основано на фотосинтезе бактерий. Эти элементы реагируют на воду и увеличиваются в размерах, чтобы заполнить любые полости.

Исследования по улучшению качества бетона – одно из самых популярных направлений в области материаловедения, и это не должно вызывать удивления. В настоящее время почти все здания сделаны из бетона. Однако несмотря на то, что бетон чрезвычайно прочен, его несущая способность ограничена.

В 2014 г. сингапурцам удалось не только повысить прочность и снизить вес бетона за счет отказа от арматуры в бетонных конструкциях, но и сделать его гибким, что не является характерным свойством бетона традиционного. Благодаря уникальной добавке новый бетон ConFlexPave приобрел гибкость и прочность до 3 раз выше, чем у традиционного бетона. В раствор вешиваются очень тонкие полимерные микроволокна, распределяющие нагрузки по всей бетонной плите. Затем он становится таким же прочным, как металл, и в два раза прочнее обычного бетона при изгибе.

Специалисты Суинбернского университета создали бетон без цемента, но с такими же исключительными характеристиками по гибкости и нагрузке. Этот новый тип бетона также безопасен для окружающей среды, так как он содержит летучую золу и геополимерные композиты – типичные отходы угольных электростанций. Он также затвердевает при комнатной температуре, что означает отсутствие необходимости в высоких и неустойчивых производственных затратах. Но, прежде всего, этот новый бетон в 400 раз гибче, чем традиционный бетон, сохраняя при этом тот же уровень прочности. Геополимеры не только увеличивают коэффициент изгиба, но и улучшают устойчивость к возможным микротрещинам. Полимерные волокна сохраняют конструкцию под нагрузкой даже при наличии трещин. Таким образом, новый материал можно использовать в районах, подверженных землетрясениям, так как риск обрушения зданий, построенных из этого типа бетона, сведен к минимуму.

Применение инновационных видов бетона обеспечивает возможность сохранения и восстановления несущей способности бетонных и железобетонных конструкций на стадии появления микротрещин, что позволяет увеличить срок эксплуатации конструкций и зданий в целом [1, 2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Жукова, Г. Г. Исследование применения самовосстанавливающегося бетона / Г. Г. Жукова, А. И. Сайфулина // Вестн. ПНИПУ. Строительство и архитектура. – 2020. – № 4. – С. 58–67.

2. Научно-инновационный портал КузГТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://science.kuzstu.ru>. – Дата доступа: 10.06.2023.

УДК 631.45:631.847.21:633.2/.3"550.3":631.6

Разумовский М. А., студент

ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВЫХ УГОДИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Научный руководитель – Кукреш А. С., канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Оптимизация кормопроизводства с учетом обеспеченности полноценными кормами животных и наличия материальных ресурсов на современном этапе является весьма актуальной задачей. Решение ее связано с проблемами биологизации земледелия, сохранением плодородия почвы и охраны окружающей среды. В этой связи важное значение приобретает планирование и организация адаптивного кормопроизводства путем подбора культур и совершенствования технологий их возделывания на основе использования бактериальных препаратов минеральных удобрений и орошения кормовых угодий.

В сложившихся условиях важным показателем успешного функционирования симбиотического аппарата является наличие достатка питательных элементов в почве, влаги, а также ее микробиологическая активность. Особо важным фактором при этом является содержание усвояемого азота, подвижного фосфора. В Республике Беларусь проведен ряд опытов по изучению использования данного типа препаратов на различных сельскохозяйственных культурах. Исследования показывают высокую эффективность этих препаратов на таких культу-

рах, как горох посевной, люпин узколистый, соя, галега восточная, однако исследований по изучению эффективности применения на сенокосных травостоях бактериальных препаратов не проводилось.

Методика и материалы исследований. Для решения этих задач в 2022–2023 гг. на опытном поле «Тушково» УО БГСХА были проведены исследования по выявлению эффективности совместного применения диазотрофных и фосфатмобилизующих препаратов и минеральных удобрений при возделывании бобово-злаковой травосмеси, включающей: клевер луговой Долголетний, клевер ползучий Волат, тимфеевка луговая Волна, кострец безостый Моршанский 760.

Схема опыта включала следующие блоки: Контроль (без удобрений), $P_{60}K_{110}$, и $P_{60}K_{110} + N_{40}$. Блоки включали по четыре варианта: контроль (без инокуляции), инокуляция бобовых компонентов травосмеси сапронитом, инокуляция злаковых компонентов азобактерином, совместная инокуляция бобовых и злаковых компонентов сапронитом и фитостимифосом.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты исследований показали, что использование бактериальных препаратов для обработки семян многолетних трав на фоне минеральных удобрений способствовало повышению урожайности травостоя (таблица).

Эффективность использования бактериальных препаратов при возделывании бобово-злаковой травосмеси

Варианты	Урожайность, т/га с.в.	Сбор к. ед., т/га	Сбор переваримого протеина, кг/га
Контроль (удобрений)			
Без инокуляции	6,91	5,0	565,8
Сапронит	7,76	5,68	703,1
Азобактерин	7,15	5,19	601,7
Сапронит + фитостимифос	7,41	5,40	639,9
$P_{60}K_{110}$			
Без инокуляции	8,17	5,97	712,0
Сапронит	9,26	6,83	896,7
Азобактерин	8,63	6,32	778,1
Сапронит + фитостимифос	8,91	6,55	831,8
$P_{60}K_{110} + N_{40}$			
Без инокуляции	9,75	7,17	869,8
Сапронит	10,99	8,15	1095,6
Азобактерин	10,40	7,67	964,7
Сапронит + фитостимифос	10,65	7,90	1026,6
НСР ₀₅ (А)	0,14–0,46		
НСР ₀₅ (В)	0,16–0,33		

В среднем за годы исследований использование минеральных удобрений способствовало увеличению урожайности травосмеси в сумме за 2 укоса на 1,26 т/га, а использование стартовой дозы азота вдобавок к фону минерального питания $P_{60}K_{110}$ соответственно на 2,84 т/га. Из изучаемых бактериальных препаратов наиболее эффективным было использование для обработки семян бобовых компонентов травосмеси симбиотического препарата сапронит. Применение данного препарата способствовало повышению урожайности бобово-злаковой травосмеси на контроле без удобрений на 0,85; $P_{60}K_{110}$ – 1,09 и $N_{40}P_{60}K_{110}$ + орошение – на 1,24 т/га по сравнению с соответствующими вариантами без инокуляции.

Использование бактериальных препаратов помимо положительного влияния на урожайность способствовало увеличению продуктивности травостоев (таблица). Так, наибольший эффект был получен при сочетании применения минеральных удобрений в дозе $P_{60}K_{110}$ с использованием стартовой дозы азота N_{40} и инокуляции семян бобовых сапронитом. При этом увеличение сбора переваримого протеина составило 529,8 кг/га, сбора кормовых единиц – 3,15 т/га, обеспеченности кормовой единицы переваримым протеином – 20,6 г по сравнению с вариантом без инокуляции на неудобренном блоке.

Расчет экономической эффективности применения бактериальных препаратов (таблицы) показал, что наиболее высокие ее показатели отмечены в варианте с сочетанием использования на фоне $P_{60}K_{110}$ стартовой дозой азота N_{40} и инокуляции семян бобовых компонентов травосмеси сапронитом. Это выразилось в снижении затрат совокупной энергии на производство 1 кг сырого протеина и кормовой единицы, себестоимости единицы продукции и повышения коэффициента энергетической эффективности, а также рентабельности производства. Так, при сочетании инокуляции бобовых компонентов сапронитом с минеральными удобрениями в дозе $P_{60}K_{110} + N_{40}$, затраты совокупной энергии на производство килограмма сырого протеина по сравнению с вариантом без инокуляции на блоке без удобрений уменьшились на 6,6 МДж, затраты на одну кормовую единицу на 0,6 МДж, а коэффициент энергетической эффективности повысился на 0,3 ед. Сочетание орошения на фоне с использованием стартовой дозы азота N_{40} и инокуляции бобовых компонентов сапронитом позволило снизить себестоимость 1 ц сена на 0,570 тыс. руб., повысить рентабельность производства до 147,6 %.

Выводы. Таким образом, наиболее перспективным приемом повышения продуктивности и эффективности возделывания бобово-злаковых травосмесей является использование бактериального препарата сапронит на фоне с внесением стартовой дозы азота N₄₀. Это позволит улучшить условия произрастания многолетних трав и развития полезной микрофлоры, получать высокие урожаи многолетних трав высокого качества, а также сократить дозы применения азотных удобрений. Последнее, в современной экологической ситуации носит важный характер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корнилов, А. А. Продвижение эспарцета в засушливые и степные районы и роль клубеньковых бактерий / А. А. Корнилов, В. Г. Вергелецкая // Микробиология. – 1952. – Вып. 4. – Т. 20. – С. 423–428.
2. Мишустин, Е. Н. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс / Е. Н. Мишустин, В. К. Шильникова – М.: Наука, 1973. – 288 с.
3. Bushby, H. V. A. Water status of rhizobia in relation to their susceptibility in desiccation and to their protection by montmorillonite / H. V. A. Bushby, K. C. Marschall // Microbiology. – 1977. – Vol. 99. – Issue 1. – P. 19–27. Doi.org/10.1099/00221287-99-1-19.
4. Агафонова, Е. В. Применение ризогорфина на горохе / Е. В. Агафонова, М. Ю. Стукалов, Л. Н. Агафонова // Земледелие. – 2002. – № 5. – С. 28.
5. Ганичева, В. В. Влияние луговых трав на агрохимические свойства почвы / В. В. Ганичева // Кормопроизводство. – 2002. – № 9. – С. 19–21.
6. Перскова, Т. Ф. Влияние бактериальных препаратов и способов внесения фосфорно-калийных удобрений на урожайность зерна и фотосинтетическую продуктивность люпина узколистного / Т. Ф. Перскова, А. В. Какшинцев // Сб. материалов 4-й междунар. науч.-практ. конф. – Горки, 2001. – С. 345–348.

УДК 631.626.1:004.891.3

Рысев С. С., студент 1-го курса

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЗАКРЫТОЙ ДРЕНАЖНОЙ СЕТИ

Научный руководитель – Дуброва Ю. Н., канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: дренаж, диагностика трубопроводов, мониторинг, система телеинспекции, поисковые устройства.

Аннотация. В статье рассмотрены современные методы диагностирования закрытой дренажной сети, реализуемые такими устройствами и оборудованием как: ОД-100, современное радиоэлектронное поисковое устройство ПУ-2, комплекс средств диагностики КСД-160,

система телеинспекции трубопроводов и др. Указаны достоинства применяемых устройств и отражены некоторые их недостатки.

Key words: drainage, pipeline diagnostics, monitoring, teleinspection system, search devices.

Summary. The article discusses modern methods for diagnosing a closed drainage network implemented by such devices and equipment as: OD-100, modern electronic search device PU-2, a complex of diagnostic tools KSD-160, a pipelines teleinspection system. The advantages of the devices used are shown and some of their disadvantages are reflected.

В производстве сельскохозяйственной продукции в Беларуси особое место принадлежит осушенным землям. Отношение к мелиорации земель на современном этапе развития сельскохозяйственного производства со стороны государства четко отражено в государственной программе развития аграрного бизнеса на 2016–2020 годы. Процесс мелиорации земель не является абсолютной гарантией повышения качества и уровня сельскохозяйственного производства, он лишь создает условия для их реализации.

В Республике Беларусь осушенные сельскохозяйственные земли занимают более одной трети от общего наличия сельскохозяйственных угодий. В некоторых районах южной части Республики площади осушенных сельскохозяйственных земель занимают более 50 % всех сельскохозяйственных земель и у ряда районов от 30 до 50 % сельскохозяйственных земель [2].

Диагностирование мелиоративных систем функционально подразделяется на:

- оценку технического состояния;
- оценку эксплуатационного состояния;
- обнаружение и определение места локализации неисправностей;
- прогнозирование остаточного ресурса;
- мониторинг технического состояния.

Как свидетельствует [1], в ряде хозяйств возникают проблемы с оперативным выполнением сельскохозяйственных работ из-за избыточного увлажнения почв и наличия понижений, частично или полностью заполненных поверхностными водами и зарастающих древесно-кустарниковой растительностью. На основании анализа материалов предпроектных почвенно-мелиоративных изысканий на объектах нового строительства и реконструкции мелиоративных систем установ-

лено, что наиболее частыми причинами неблагоприятной работы закрытой дренажной сети являются нижеследующие:

- заиливание дренажа и устьев коллекторов;
- неудовлетворительное разравнивание кавальеров после выполнения работ по ремонтам открытой сети;
- неудовлетворительная организация поверхностного и внутриводоемного стоков;
- просадочные явления; разрушение дренажных и коллекторных трубок, проездных и подпорных сооружений;
- разрушение устьев дренажных систем;
- уплотнение подпахотного горизонта;
- смещение и разрушение трубок, а в некоторых случаях даже их частичное отсутствие;
- недостаточная глубина заложения дренажных коллекторов.

Существующие технологии по ликвидации причин неблагоприятной работы закрытой дренажной сети трудоемки и энергоемки. В частности, отсутствуют эффективные технологии для очистки устьевой части коллекторов от заиливания и корней растений, что приводит к необходимости их раскопок экскаватором. Промывка коллекторов выполняется с применением высоконапорных установок типа УПД-120, агрегируемых с тракторами тягового класса 1,4 - 2. В работе задействован также трактор для подвоза воды, одноковшовый экскаватор для отрывков шурфов и двое рабочих. Снизить затраты по очистке закрытой дренажной сети от заиливания возможно применяя технологии и оборудование, разработанные в РУП «Институт мелиорации» [1].

Для удаления корней растений из устьевой части применяется насадка корневая, которая также закрепляется на телескопической штанге или стеклопластиковом стержне устройства ОД-100. Экономия от диагностирования мелиоративных коллекторов, только в результате исключения исправных и полностью выведенных из строя элементов из промывки, составляет порядка 30 %. Разработанное устройство ОД-100 позволяет производить диагностику закрытых коллекторов и исключать из промывки до 26 % трубопроводов - исправных, заросших корнями и разрушенных. При наличии дренажного стока очистку полости коллекторов от заиливания, окисных соединений железа и частично от корней растений возможно выполнять с применением насадок пластинчатых НП-60, НП-80, а также насадок мягких НМ-60 и НМ-80 диаметром соответственно 60 и 80 мм, которые закрепляются на стеклопластиковом стержне устройства ОД-100.

Применение, современного радиоэлектронного поискового устройства, например ПУ-2, разработанного Институтом мелиорации, или распространенного комплекта Traska позволяет оперативно и с высокой точностью определить место непроходимого затора. По данным Закржевского В.П., обнаружение точного места неисправности подземного сооружения экономит до 10 и более куб. метров земляных работ и снижает количество поврежденных участков в несколько раз.

Для визуального контроля внутреннего состояния закрытых коллекторов и трубопроводов разработан комплекс средств диагностики КСД-160. Опыт применения данного оборудования показал возможность получения достоверной информации о внутреннем состоянии трубопроводов, технически и экономически обоснованного выбора мероприятий по восстановлению его работоспособности.

Разработанный комплекс КСД-160 позволяет проводить техническую диагностику трубопроводов, в том числе большого диаметра, и исключать из перекладки исправные участки.

Так, на объекте «Ремонт водоподводящего трубопровода ОАО «Рыбхоз Солю», в результате обследования трубопровода из труб РТНС диаметрами 500 и 300 мм, длиной 322 м, которое проводилось с применением КСД-160, исключено строительство нового трубопровода и сопутствующей инфраструктуры. Вместо указанных мероприятий проведена успешная промывка заиленного трубопровода и тем самым сэкономлено более 80 тыс. рублей в ценах 2016 г. [1].

Для контроля труднодоступных частей гидротехнических сооружений, в том числе подводных, разработана модификация КСД-160У.

Система телеинспекции трубопроводов (аналог КСД-160, разработанный РУП «Институт мелиорации») с кабелем 120 м, диаметром 9,5 мм в барабане, цветной камерой, клавиатурой и блоком управления, аккумулятором, кейсом позволяет в режиме реального времени обследовать внутреннюю поверхность трубопроводов различных назначений, оценить повреждения, локализовать место засора

Проведение видеодиагностики трубопроводов различных назначений направлено на быстрое выявление слабых мест в трубах. Изучение состояния внутренних полостей труб, без их разбора, с помощью видеорегистратора позволяет выявить образовавшиеся дефекты. В дальнейшем совершается их устранение методиками с наружной стороны, либо применяя устройства для работы изнутри.

Телеинспекция трубопроводов может потребоваться в следующих случаях:

- при возникновении нужды в подключении к действующей системе канализации, дренажной линии;
- для локализации места повреждения и дальнейшего его ремонта в конкретном узле;
- диагностирование состояния дренажных труб;
- для анализа состояния вновь смонтированных труб, подлежащих к сдаче в эксплуатацию [1].

Для передачи изображения в системах видеодиагностики используются оптоволоконные кабели со значительной длиной, которые позволяют обследовать труднодоступные места. Специальные барабаны помогают осуществлять сматывание или разматывание кабеля. Практически любой монитор можно подключить к такому виду оборудования: от самого простого до моделей с высокой четкостью, которые имеют большое количество функций. Режим реального времени используют самые простые мониторы при трансляции картинки. Функцию записи имеют более сложные модели [3].

Обслуживание закрытой мелиоративной сети, от которых напрямую зависит продолжительность ее работы без дорогостоящей реконструкции, требует точного определения местоположения таких элементов, как дренажное устье, поворот коллектора, примыкание дрен, место установки поглощающей колонки и колодца-поглотителя. Маркирование механическими средствами (флажки, вешки, сигнальные столбики) имеет ряд ограничений связанных с необходимостью повышать коэффициента земельного использования, затратами на демонтаж и возвращение маркеров при обслуживании систем, сносом сельскохозяйственной техникой, смывом в паводки, человеческим фактором.

Внутреннее строение и состояние мелиоративных систем, инженерных конструкций гидротехнических сооружений может быть определено (наряду с упомянутым выше работами) с помощью метода подповерхностного сканирования с применением георадарных технологий. Реконструкция и капитальный ремонт гидротехнических конструкций водохозяйственных систем, мелиоративных систем могут быть эффективными только в том случае, если будут определены истинные причины повреждений [4].

Белорусские ученые используют возможности российского георадара «ОКО-3» для поиска пролегания дренажных систем, для почвенных исследований (определение толщины слоя торфа и т. д.), для обнаружения повреждений бетонных конструкций, для определения глубины наносов в каналах и водоемах, составления продольных и попе-

речных профилей водоприемников и мелиоративных каналов и т. д. Использование геофизических приборов в сельском хозяйстве возможно, например, для картирования подземных коммуникаций на полях, уточнение особенностей строения плодородного слоя поля и подстилающих пород, что дает достоверную информацию для проектирования эффективных мелиоративных систем.

Диагностическое оборудование и методы обследований, обработки и интерпретации данных постоянно совершенствуются, на основе их информации можно назначать и выполнять эффективные работы по реконструкции и капитальным ремонтам гидротехнических сооружений водохозяйственных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дуброва, Ю. Н. Совершенствование мелиоративных и водохозяйственных систем: учеб.-метод. пособие / Ю. Н. Дуброва, А. С. Кукреш. – Горки: БГСХА, 2021. – 223 с.
2. Автоматизация инженерных систем: учеб.-метод. пособие / Ю. Н. Дуброва [и др.]. – Горки: БГСХА, 2020. – 414 с.
3. Оптимизация параметров водного режима осушенных и сопредельных земель с учетом надежности мелиоративных систем: монография / К. К. Жибуртович [и др.]. – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2012. – 376 с.
4. Анженков, А. С. Эксплуатационная диагностика мелиоративных систем / А. С. Анженков // Мелиорация. – 2018. – № 4 (86). – С. 12–15.

УДК 616.2:316-092.9.579.861.2

Савин И. Р., студент 3-го курса

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТЕНДЕНЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ И ДЕГРАДАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИМЕРЕ ВИТЕБСКОЙ, МОГИЛЕВСКОЙ И ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТЕЙ

Научный руководитель – Дуброва Ю. Н., канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Антропогенное воздействие – деятельность человека, связанная с реализацией экономических, военных, рекреационных, культурных и других его интересов, вносящая физические, химические, биологические и другие изменения в природную среду.

Деградация земель – процесс снижения качества земель в результате вредного антропогенного и (или) природного воздействия. Дегради-

рованные земли – земли, потерявшие свои исходные полезные свойства до состояния, исключающего возможность их эффективного использования по целевому назначению [1]. Применительно к природно-территориальным условиям и особенностям хозяйственного использования территории Беларуси деградация земель/почв проявляется в следующих основных формах [2]:

- водная и ветровая эрозия почв;
- химическое, в том числе радиоактивное, загрязнение земель/почв;
- деградация и ухудшение свойств почв, особенно торфяных, при сельскохозяйственном их использовании;
- деградация земель в результате добычи торфа, строительных материалов, проведения работ, дорожного и других видов строительства, а также их затопления и подтопления;
- деградация торфяных почв на осушенных болотных массивах в результате торфяных пожаров;
- деградация земельного лесного фонда в результате нерационального лесопользования и лесных пожаров;
- деградация земель при чрезмерных рекреационных, технических и других антропогенных нагрузках на земли/почвы.

По данным Белорусского НИИ почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, общая площадь эродированных опасных почв на сельскохозяйственных землях составляет более 4 млн. га, в том числе на пахотных – около 2,6 млн. га. Из них водной и ветровой эрозии подвергнуто 557 тыс. га земель, в том числе 480 тыс. га на пашне. Доля водной эрозии на этих землях составляет 84 %, ветровой – 16 %. В Беларуси преобладают почвы с потенциальным смывом 1–10 и 10–20 т/га в год. Почвы с потенциальным смывом более 40 т/га в год расположены в центральной и восточной частях республики [2]. Для нашей страны наибольший ущерб могут принести водная и ветровая эрозия почв, а также снижение содержания в почвах гумуса, фосфора, калия, кальция, микроэлементов. Особый вред при возделывании сельскохозяйственных культур способен причинить и избыток микроэлементов, так как это может приводить к ухудшению качества растениеводческой продукции. Продукты эрозии почв приводят к загрязнению водных объектов, ухудшению качества поверхностных и грунтовых вод, негативно влияют на биологическое разнообразие водных и околоводных экосистем. За 2011–2013 гг. исключено из сельскохозяйственного использования 15,5 тыс. га малопродуктивных и сильно эродированных земель, рекультивировано 0,8 тыс. га нарушен-

ных и неиспользуемых земель, выполнено закрепление развееваемых песков, склонов, оврагов, находящихся в лесном фонде, на площади 0,1 тыс. га.

Произведена реконструкция мелиоративных систем на площади 162,1 тыс. агромелиоративные мероприятия на площади 106,9 тыс. га. К 2015 г. проведена экологическая реабилитация (восстановление) деградировавших или трансформированных болотных экологических систем на площади около 51 тыс. га [3]. Существует ряд мероприятий по предотвращению деградации. Применяют правовые, экономические, инженерно-технические, биологические и другие методы охраны земель [4].

Правовые методы заключаются, прежде всего, в разработке законодательства по охране земель и системы экологических нормативов, обязательных для всех землевладельцев и землепользователей.

Экономические методы включают: материальное стимулирование рационального использования и охраны земель, санкции за нарушение экологических норм; возмещение убытков сельскохозяйственным землепользователям, потерь сельскохозяйственного и лесохозяйственного производства; выделение земель природоохранного, оздоровительного и другого назначения в зоны с особым экономическим и экологическим режимами использования.

Инженерно-технические методы предусматривают широкий набор мероприятий – от строительства гидротехнических сооружений, посадки лесных насаждений до внедрения почво- и водо-сберегающих приемов возделывания сельскохозяйственных культур.

Биологические методы ориентированы на расширенное воспроизводство органической части почвы, внесение органических удобрений, заделывание органических остатков в почву и т. п.

К организационно-хозяйственным методам охраны земель относятся:

- рациональная организация производства и территории на основе агроэкологической дифференциации земель;
- консервация нарушенных земель, выведение их из сельскохозяйственного оборота, организация заповедных территорий и зон с особым природоохранным режимом;
- перевод интенсивно используемых земель в менее интенсивные (создание почвозащитных севооборотов, сокращение удельного веса пропашных культур, заложение деградированных участков пахотных земель, облесение и др.);

- рекультивация нарушенных земель;
- устройство прудов, водоемов, оврагов, создание куртинных насаждений; организация экологических коридоров (буферных полос и др.).

Однако, несмотря на достигнутые результаты, вопросы предотвращения деградации земель по-прежнему актуальны.

В республике существует сеть непрерывного мониторинга состояния природных вод. Стационарная гидрохимическая сеть включает 79 водных объектов (54 реки, 13 озер, 12 водохранилищ.)

Витебская область, расположенная на северо-востоке Беларуси, имеет значительные природные ресурсы, включая леса, озера и реки. Однако, антропогенное воздействие в виде промышленных предприятий, сельского хозяйства и транспорта оказывает отрицательное влияние на окружающую среду. Загрязнение почвы может происходить от применения пестицидов и химических удобрений в сельском хозяйстве, а также от выбросов и сбросов промышленных отходов.

Могилёвская область, расположенная в центре Беларуси, также сталкивается с проблемами экологической деградации земель. Здесь сельское хозяйство является одной из основных отраслей экономики.

Несоответствующее использование земель, неправильное хранение и утилизация химических веществ могут привести к загрязнению почвы и ухудшению ее качества. Кроме того, промышленные предприятия, особенно те, которые производят отходы, также могут вносить свой вклад в загрязнение земель.

Гомельская область, расположенная на юго-востоке Беларуси, имеет развитую химическую и нефтеперерабатывающую промышленность. Это может привести к выбросам вредных веществ, которые оказывают отрицательное воздействие на почву и окружающую среду. Также сельское хозяйство в этой области может способствовать деградации земель из-за неэффективного использования удобрений и несоблюдения экологических стандартов.

Для борьбы с экологической деградацией земель в этих областях, важно проводить строгий контроль за промышленными выбросами и сбросами, а также осуществлять мониторинг качества почвы. Применение экологически чистых методов сельского хозяйства и повышение экологической осведомленности населения также могут помочь в сохранении и восстановлении земельного ресурса.

Качество подземных вод республики большинства водоносных го-

ризонтов и комплексов соответствует требованиям ГОСТа «Вода питьевая». Однако на участках размещения водозаборных скважин в санитарной зоне населенных пунктов и городов, свалок, отвалов промышленных предприятий, ферм, выявлено загрязнение подземных вод. Ухудшение их качества выражается в увеличении общей минерализации, содержания соединений азота, хлоридов, тяжелых металлов, появлении нефтепродуктов, фенолов, неприятнопахнущих и легкоокисляемых органических веществ. На ухудшение качества подземных вод существенное влияние оказывает санитарно-техническое состояние самих водозаборов, так как для большинства из них не разработаны даже проекты по организации санитарной защиты, не выполняются нормы режима содержания и эксплуатации. В целом в зонах влияния действующих и перспективных водозаборов в настоящее время находится более 400 приемников различных отходов (поля фильтрации, отстойники, отвалы). Ухудшение качества природных вод в республике связано в первую очередь со сбросами в них неочищенных или не до очищенных промышленно-хозяйственных сточных вод, поступлением ливневых и талых вод с урбанизированных территорий, сельскохозяйственных угодий и др. источников загрязнения, не имеющих системы водоотведения и очистки. Основными путями улучшения качества и восстановления водных ресурсов является предотвращение или значительное уменьшение поступления в естественные водоемы сточных вод, совершенствование систем и методов их очистки, упорядочение землепользования, создание водо-охранных зон, борьба с эрозией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Помелов, А. С. Словарь-справочник землеустроителя / под ред. А. С. Помелова. – Минск: Учебный центр подготовки, повышения квалификации и переподготовки кадров землеустроительной и картографо-геодезической службы, 2004. – 271 с.
2. Природа Беларуси: энциклопедия / И. П. Шамякин [и др.]; под общ. ред. И. П. Шамякина. – М., 1986. – 366 с.
3. О некоторых вопросах предотвращения деградации земель (включая почвы): Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29.04.2015 № 361.
4. Волков, С. Н. Землеустройство / С. Н. Волков. – М.: Колос, 2001. – Т. 1: Теоретические основы землеустройства. – 496 с.

УДК 628.143

Самкевич К. В., студент 1-го курса

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОКЛАДКИ ВОДООТВОДЯЩИХ СЕТЕЙ

Научный руководитель – Васильева Н. В., канд. техн. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

В период строительства новых и развития старых городов, мегаполисов их водоотводящие сети строились только открытым способом, при котором трубопроводы прокладывались на требуемых отметках в открытых траншеях с их последующей засыпкой вынутым грунтом. В условиях современных городов, с их уплотненной застройкой и насыщенной подземной инфраструктурой, интенсивным движением автотранспорта использование открытых способов прокладки водоотводящих сетей становится затруднительным, а в некоторых случаях невозможным. Поэтому прокладку и восстановление подземных коммуникаций производят бестраншейным способом.

Бестраншейный метод представляет собой технологию, позволяющую прокладывать новые инженерные коммуникации и ремонтировать старые с минимальным вскрытием земной поверхности. При использовании бестраншейных технологий строительства уменьшается неблагоприятное воздействие на окружающую среду, не происходит уничтожение зеленых насаждений, разрушение плодородного слоя почвы, повышается надежность трубопровода, отсутствуют недостатки традиционных методов.

Основными бестраншейными методами прокладки и реконструкции подземных трубопроводов являются: щитовая прокладка; микротоннелирование; горизонтальное направленное бурение; прокалывание, пробивка и продавливание; раскатывание.

Щитовая проходка – это закрытый способ прокладки тоннелей механизированными щитами диаметром 1,2–3,6 м с последующей укладкой в тоннелях труб требуемого диаметра и забутовкой свободного пространства. Недостатком этого метода является ограничение движения транспорта.

Микротоннелирование выполняют с помощью дистанционно управляемых комплексов, позволяющих осуществлять 10–15 м проходки в сутки во всех горно-геологических условиях без водопонижения или закрепления грунтов. Допустимый зазор между прокладываемыми

мым трубопроводом и расположенными в земле коммуникациями при этом методе составляет не менее 1 м, а отклонения от проектных отметок не превышают 10–20 см.

Горизонтальное направленное бурение выполняют при прокладке труб с диаметром до 150 мм с использованием раствора на основе бентонита или полимеров. Трубы большого диаметра прокладываются с помощью установок горизонтального шнекового бурения (установки с тяговым усилием 4 т прокладывают трубы с диаметром до 300 мм и длиной 50 м, а установки с тяговым усилием 30 т – трубы с диаметром до 500 мм и на расстояние до 400 м).

Прокладка трубопровода методом горизонтального направленного бурения включает в себя три этапа:

1. Прокладка скважин.

Для бурения пилотной скважины применяется буровая головка, которая изготовлена из твердосплавных сменных пластин. Буровая головка соединяется с гибкой штангой, позволяющей ей выполнять движения по заданной траектории и огибать на своем пути всевозможные препятствия. Для контроля траектории бурения головки существует навигационный блок, который расположен в ее полости. С помощью него на пульт управления передается местоположение, азимут и уклон буровой головки. Это позволяет с высокой точностью выполнить прокладку скважины, обойти всевозможные преграды на ее пути.

2. Расширение скважин.

После того как бурение пилотной скважины закончено, головка отсоединяется от штанги и вместо нее устанавливается специальный расширитель. Этот расширитель вытягивается от места выхода головки до буровой машины. Таким образом происходит расширение скважины до необходимого диаметра. При необходимости создания большого диаметра трубопровода, расширение, как правило, проводится в несколько этапов. Это позволяет снизить на оборудование нагрузку, но необходимо учитывать, что диаметр скважины на 30% должен быть больше диаметра трубы.

3. Протягивание труб.

Для протягивания трубы нужно плетть трубопровода закрепить к штанге с помощью расширителя и специального шарнира. После этого машина горизонтального направленного бурения затягивает трубопровод в скважину. Для защиты трубы от механического повреждения и уменьшения трения в процессе затягивания используется буровой раствор. Прокальвание и пробивка заключается в проходке горизонталь-

ных скважин затягивание в них труб с диаметром до 500 мм с помощью пневмопробойников, которые имеют обтекаемый корпус с размещенным в нем ударника и воздухораспределительным механизмом, обеспечивающий прямой и обратный ход пробойника.

Методом прокола называют технологию, при которой можно получить отверстие без разработки и выемки грунта путем его уплотнения. Такой способ подходит для прокладки стальных конструкций. Диаметр может варьироваться в пределах 100–500 мм, длина отверстия – 30–50 м. Прокол под дорогой — это один из самых востребованных методов бестраншейной прокладки коммуникаций.

Так, устраивают подземные ветки водопровода, сетей водоотведения, газовые трубопроводы. Управляемый прокол используют для прокладки: коммуникаций из металла и пластика; футляров для силовых, телефонных кабелей и т. п.

Прокол используется не только в тех случаях, когда необходимо без больших затрат сил и материалов пересечь автомобильную трассу или железнодорожные пути, но и прокладки отверстий в колодец (при условии, что диаметр этого колодца не менее полутора метров), подвале дома, при необходимости провести провода под каким-либо относительно небольшим объектом и т. п.

Прокладка труб методом продавливания заключается в том, что прокладываемую трубу открытым концом, снабженным ножом, вдавливают в массив грунта, а грунт, поступающий в трубу в виде плотного керна (пробки), разрабатывают и удаляют из забоя. При продвижении трубы преодолевают усилия трения грунта по наружному ее контуру и врезания ножевой части в грунт.

Для продавливания труб применяют нажимные насосно-домкратные установки из двух, четырех, восьми и более гидродомкратов усилием по 500...3000 кН каждый с ходом штока 1,1–2,1 м, работающие от насосов высокого давления. Количество домкратов в установке зависит от необходимого нажимного усилия.

Способом продавливания ведут прокладку не только стальных труб, но и железобетонных коллекторов и тоннелей из элементов различной замкнутой по периметру формы.

Поскольку при продавливании труб больших диаметров, особенно в твердых грунтах, применяют особо мощные нажимные установки из нескольких домкратов, способных создать усилия более 10000 кН, для них необходимы прочные упорные стенки. Длина рабочих котлованов для продавливания труб диаметром 720–1420 мм составляет 10–12 м, а

глубина их равна глубине заложения трубопровода или коллектора плюс 0,2 м. Ширина котлована в зависимости от диаметра продавливаемых труб принимается: для труб диаметром 720 мм – 2,8 м; 820 мм – 2,9; 920 мм – 3; 1020 – 4; 1220 – 4, 5 и 1420 – 5 м. Приемный котлован служит для отсоединения рабочего органа или кольцевого ножа после продавливания трубопровода, что обуславливает его размеры и тип крепления.

Нажимное устройство состоит из силовой установки и приспособлений, передающих усилие на продавливаемую трубу. Усилие от домкратов на торец трубы передается при ее продавливании в грунт на длину хода штоков домкратов через нажимные патрубки. Поскольку при продавливании железобетонных труб и элементов коллекторов непосредственная передача усилий на них не допускается, между нажимным патрубком и их торцом устанавливают нажимную раму, а в стыках - прокладки из мастики. Работы по продавливанию трубопроводов делятся на подготовительный и основной периоды. В подготовительный период устраивают рабочий и приемный котлованы, ограждают их, монтируют упорную стенку и направляющие, продавливаемую трубу с нажимной установкой, а в основном периоде циклично выполняют работы по продавливанию трубы, включающие операции по продавливанию трубы, в забой на длину штока домкрата, обратного хода штока и постановки патрубка. При подготовке следующей трубы к продавливанию нажимной патрубок отводят в конец направляющих до соприкосновения со штоком домкрата, подают в рабочий котлован следующую трубу, выравнивают на направляющих и изолируют стык, опробовывают нажимную установку. Таким образом, цикл продавливания повторяют до полного продавливания всего трубопровода или всей секции коллектора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронов, Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник / Ю. В. Воронов, С. В. Яковлев; ред. Ю. В. Воронова. – 4-е изд., доп. и перераб. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с.
2. Проектирование пластмассовых трубопроводов. Справочные материалы / под ред. В. С. Ромейко. – М.: ТОО «Изд. ВНИИМП», 2001. – 134 с.

УДК 631.674.6:004

Смирнова А. А., студент 2-го курса

ОСОБЕННОСТИ ОРОШЕНИЯ ДОЖДЕВАНИЕМ И КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Научный руководитель – Дуброва Ю. Н., канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ключевые слова: влажность почвы, дозировка воды, орошение дождеванием, капельный полив, внутрипочвенное орошение, поливная норма.

Аннотация. В работе раскрыта сущность автоматизации капельного орошения, а также орошения дождеванием, представлены виды капельного орошения, приведены сведения, отражающие правильную организацию подготовительных работ для осуществления автоматизации полива на системах капельного полива, а также орошения дождеванием.

Key words: soil moisture, water dosage, sprinkler irrigation, root system, subsurface irrigation, irrigation rate.

Summary. The paper discloses the essence of automation of drip irrigation, as well as sprinkler irrigation, presents the types of drip irrigation, provides information reflecting the correct organization of preparatory work for the implementation of automation of irrigation on drip irrigation systems, as well as sprinkler irrigation.

Многочисленные научные исследования и производственные данные овощеводческих хозяйств убедительно говорят о том, что в засушливые годы орошение овощных культур дает высокую эффективность. По данным РУП «Институт мелиорации», РУП «Институт овощеводства» и УО БГСХА в условиях Беларуси при проведении орошения можно устойчиво получать среднегодовые прибавки сбора овощей от орошения при средней окультуренности почвы и обычном агрофоне по северной зоне республики: капусты поздней – 100 ц/га, ранней – 60; картофеля позднего – 45, раннего – 30; свеклы столовой – 80; моркови – 80 ц/га. По южной зоне соответственно 140; 80; 60; 55; 100; 100 ц/га. В засушливые годы биологический эффект от искусственного полива значительно выше. При этом орошение положительно сказывается и на качестве овощной продукции.

Системы капельного полива выпускают предприятия России, Украины, Западной Европы, Израиля. В ближайшее время подобная техника будет поставлена на производство и в Беларуси. Разработка соответствующей конструкторской документации ведется в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства».

В советский период на орошаемых землях республики поливная техника была представлена в основном широкозахватными дождевальными машинами «Фрегат», «Днепр», «Волжанка», стационарными дальнеструйными аппаратами ДД-30. Они не мобильны, привязаны к одному участку, материалоемки, дорогостоящие и к настоящему времени в основном уже отслужили нормативный срок.

Многие хозяйства отказались от восстановления выходящих из строя оросительных систем: количество их в последние два десятилетия в республике существенно уменьшилось. Но с возрастанием спроса на применение орошения снова возник вопрос о целесообразности восстановления полустационарных оросительных систем. Овощеводческие хозяйства стали самостоятельно закупать оросительную технику, традиционно ориентируясь на дождевание. А поскольку выбор такой техники достаточно широк, то в последние годы в Беларуси появились и другие типы подобных зарубежных машин. Особой популярностью пользуются барабанно-шланговые дождевальные устройства с повышенной мобильностью. Исследования научных учреждений показали, что они менее подвержены отказам и поломкам. Вместе с тем следует учитывать небольшую сезонную нагрузку на такую технику, которая за сезон может обслужить не более 25–35 га. Для крупнотоварного производителя более перспективна широкозахватная дождевальная техника, сезонная площадь обслуживания которой в 3–4 раза выше. Однако данная техника сложнее в эксплуатации и требует более квалифицированного обслуживания. Поэтому целесообразно восстанавливать оросительные системы с широкозахватными дождевальными машинами в сельхозпредприятиях, имеющих производственный опыт в области орошения и где в последние годы его применение не прерывалось.

Дождевальные машины на современном этапе стали максимально просты в эксплуатации, компактны, снабжены электронными счётчиками норм полива и скорости движения. Благодаря этому мелкие фермерские хозяйства получили возможность расширить номенклатуру выращиваемой продукции и повысить урожайность. Модернизирован-

ные машины с большой производительностью позволили справиться с задачами по поливу неровных участков, а всеобщая автоматизация процессов - управлять сельскохозяйственным поливом.

На данный момент уже существуют и применяются системы автоматизации, позволяющие управлять дождевальными машинами дистанционно. Эти технологии позволяют снизить эксплуатационные расходы и получать достоверную информацию о режимах работы машин в режиме реального времени.

Находят достаточно широкое применение системы удалённого доступа с помощью GSM-сигнала, которым оборудованы современные дождевальные установки. По словам специалиста, она позволяет контролировать ее работу на расстоянии: включать и выключать, изменять различные параметры.

В автоматизации орошения дождеванием на сегодняшний день изменилось многое: постепенно от простых таймерных систем, осуществляющих управление поливом по электрическому кабелю или даже частично по кабелю, а частично с помощью гидравлики по тонким трубкам (очень капризный способ управления поливом на больших участках со сложным рельефом), мы перешли к радиоуправлению от контроллеров, способных работать с сотней заданных условий и параметров. Тем не менее разнообразие, точность датчиков, а главное их доступность для сельхозпроизводителей остаются на низком уровне.

В то же время современные хозяйства, имеющие десятки круговых систем, пытаются максимально автоматизировать процесс полива. В этом им помогают метеорологические станции, датчики влажности почвы, программное обеспечение по принятию решения, автоматический или удалённый запуск насосных станций и поливных установок.

На данный момент можно сказать, что мы на пути цифровизации сельского хозяйства. Об этом свидетельствует дистанционное управление дождевальными машинами, возможность мониторинга и управления машиной в режиме реального времени, возможность интеграции метеостанции и датчиков влажности на общую платформу, а также дистанционное управление насосными станциями.

Помимо орошения дождеванием на сегодняшний день отдается достаточно большое предпочтение и капельному орошению, позволяющему порционно накапливать влагу локально у корней растения. Регулирование капельного полива производится вручную, таймером времени или датчиком влажности почвы. Элементы автоматизации поли-

ва, в основу которых положен принцип работы датчика влажности почвы, способствуют гарантированному, своевременному и точному дозированию воды.

Автоматизация полива – представляет собой характерный техниче-ский комплекс, позволяющий осуществить правильный и системати-ческий полив конкретного участка. Правильный полив обусловлен сведениями датчиков, которые в свою очередь должны размещаться по всему участку. К этим датчики могут быть отнесены датчики увлажне-ния почвы, температуры, влажности окружающей среды и датчик осадков.

Технология капельного полива предусматривает транспортировку воды к корневой системе растений. Данный вид системы более целе-сообразно применять с целью полива растений в зоне расположения их корней. Критерии размещения оборудования для полива в системах подобного рода состоят в том, что магистрали с размещаемыми на них капельницам сосредотачиваются на небольшом удалении выращи-ваемых растений.

Внутрипочвенное орошение представлено системами подземного (внутрипочвенного) орошения. Пластмассовые трубы сосредоточены по периметру под землей и транспортируют воду напрямую к корням выращиваемых сельхоз культур.

Главной функцией автоматизации капельного полива является под-держание влажности почвы зоны произрастания корневой системы сельхозкультур в строго регламентированном оптимальном диапазоне в пределах от нижней до верхней границ увлажнения с учетом реально выпавших атмосферных осадков. Для этого устанавливается в определенном месте датчик влажности почвы, который в свою оче-редь анализирует наличие влаги в почве и выдает информацию на контроллер. Вся информация автоматически обрабатывается кон-троллером и далее последний автоматически регулирует длительность и объем подаваемой воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лихацевич, А. П. Орошаемое плодовоовощеводство: учеб. пособие / А. П. Лихацевич, М. Г. Голченко; под ред. А. П. Лихацевича. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 287 с.
2. Лихацевич, А. П. Дождевание сельскохозяйственных культур. Основы режима при неустойчивой естественной влагообеспеченности / А. П. Лихацевич. – Минск: Бел. наука, 2005. – 278 с.
3. Овощеводство / В. П. Котов [и др.]; под ред. В. П. Котова, Н. А. Адрицкой. – 4-е изд. – М.: Лань, 2019. – 496 с.

4. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи / Л. А. Бессонов. – Изд. 2-е. – М.: Высш. шк., 1996. – 638 с.

5. Евстифеев, А. В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL / А. В. Евстифеев. – Изд. 5-е. – М.: Додэка-XXI, 2008. – 560 с.

6. Орошение овощей: капельный способ или дождевальныи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/oroshenie-ovoshchey-kapelnyy-sposob-ili-dozhdevalnyy.html>. – Дата доступа: 08.04.2024.

УДК 616.2:316-092.9.579.861.2

Сыч О. А., студентка 2-го курса

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТЕНДЕНЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ДЕГРАДАЦИИ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Научный руководитель – Дуброва Ю. Н., канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Экологическая тенденция загрязнения и деградации мелиорированных земель в Республике Беларусь является актуальной проблемой.

Земельные ресурсы являются основой сельскохозяйственного производства и составляют основное богатство нашей страны. В Беларуси деградированные или эрозивно-опасные почвы занимают более 4 млн га, из которых 2,6 млн га приходится на пахотные территории.

В данной статье говорится о экологической тенденции загрязнения и деградации мелиорированных земель в республике Беларусь.

Материалом для исследования послужили нормативно-правовая база Республики Беларусь по данной теме.

В настоящее время Республика Беларусь нуждается в мерах предотвращения деградации и загрязнении мелиорированных земель. К проблемам загрязнения и деградации земель относятся: изменение климата, радиоактивное загрязнение территории (АЭС Чернобыль), загрязнение атмосферного воздуха городов, накопление отходов производства и потребления, использование агрохимии, захоронение химического и биологического материала, не правильное использование торфяных земель и т. д.

Загрязнение и деградация мелиорированных земель являются серьезными проблемами, которые могут иметь широкий спектр негативных последствий. Вот несколько основных аспектов этих проблем:

1. Потеря плодородия почвы: Загрязнение химическими веществами, такими как пестициды, тяжелые металлы и другие токсичные вещества, может привести к потере плодородия почвы. Это может сни-

зять урожайность и качество почвы, а также привести к негативным последствиям для здоровья человека при употреблении продуктов с таких земель. *Наибольшие значения содержания в почвах дихлордифенил трихлорметилметана (ДДТ) характерны для Брестской области, тяжелых металлов – для Гродненской (по цинку, меди и никелю), Минской (по цинку, свинцу, меди и хрому), Могилевской (по кадмию и хрому) областей. Наибольшие площади радиационно загрязненных земель (по содержанию цезия-137) отмечаются в Гомельской и Могилевской областях. Согласно данным по внесению пестицидов в почвы (кг на 1 га пашни) выделяются повышенными показателями Гродненская (2,76 кг), Брестская (2,48 кг) и Минская (2,18 кг) области (рис. 1).*

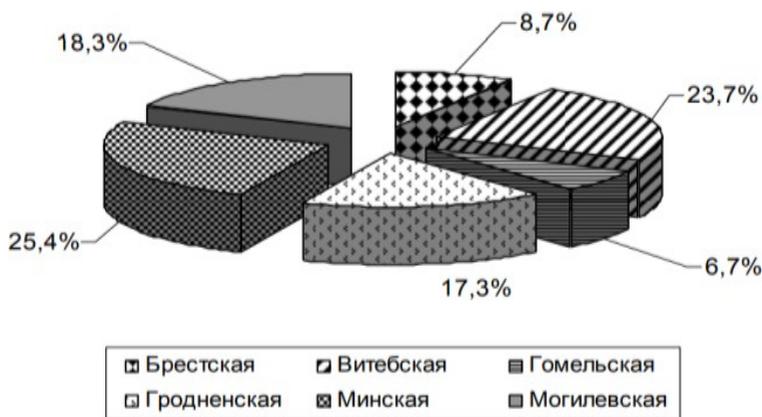


Рис. 1. Распределение эродированных почв по областям Республики Беларусь

2. Эрозия почвы: Неправильное использование земель, отсутствие мер по сохранению почвенного покрова и наводнения могут привести к эрозии почвы. Это ухудшает ее качество и может привести к потере плодородного слоя. *(Минской и Витебской областей – 125,0 и 116,2 тыс. га, наименьшие – для Гомельской и Брестской, где их площади составляют соответственно 32,7 и 42,6 тыс. га.)*

3. Засоление и солонцевание: Неконтролируемое использование воды для орошения и недостаток дренажных систем могут привести к накоплению солей в почве, что приводит к засолению и солонцеванию.

4. Воздействие на экосистемы: Загрязнение и деградация мелиорированных земель могут оказывать негативное воздействие на растительный и животный мир, а также на водные экосистемы.

Для борьбы с этими проблемами необходимо разработать и внедрить стратегии устойчивого землепользования, использовать более экологически чистые методы сельского хозяйства, является культурно-технический комплекс в мелиорации (без агрохимии), проводить регулярное мониторинг состояния почв и воздействия антропогенных факторов на них, а также принимать меры по восстановлению деградированных земель.

Для решения проблемы сохранения качества мелиорированных земель, необходимо соблюдать все условия и рекомендации.

В Республике Беларусь созданы и действуют следующие основные нормативно-правовые документы:

1. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29.04.2015 N361 «О некоторых вопросах предотвращения деградации земель (включая почвы)».

2. ТКП 17.03-05-2018 (33140). Охрана окружающей среды и природопользование земли «Порядок выполнения работ по определению деградации земель (почв)».

3. Кодекс Республики Беларусь о земле от 23 июля 2008 г. №425-З.

4. Закон Республики Беларусь от 23 июля 2008 г. № 423-З.

5. Водный кодекс Республики Беларусь от 30 апреля 2014 года № 149-З.

6. «Кустарники будете вырубать топором и лопатами!» Президент раскритиковал работу по мелиорации 19.12.2023.

7. ТКП_17.12-02-2008. «Охрана окружающей среды и природопользование. Территории. Порядок и правила проведения работ по экологической реабилитации выработанных торфяных месторождений и других нарушенных болот и предотвращению нарушений гидрологического режима естественных экологических систем при проведении мелиоративных работ».

8. Постановление Совета Министров Республики Беларусь 1 марта 2021 г. № 120.

Можно сказать, что имеется достаточно полное законодательное регулирование, однако качество земли в мелиорации нашей страны Республики Беларусь не соответствует нормативам и рекомендациям о выполнении мелиоративных работ, для сохранения качества земли для последующего использования. Таким образом, необходимость принятия мер по предотвращению загрязнения и деградации мелиорированных земель, таких как контроль использования химических удобрений и пестицидов, разработка программ по восстановлению почвенного плодородия, а также мониторинг состояния почвенных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://mshp.gov.by/special/ru/plant-ru/view/natsionalnyj-plan-dejstvij-predotvrascheniju-degradatsii-zemel-vkljuchaja-pochvy-na-20162020-gody-1170/> Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29.04.2015 N361 «О некоторых вопросах предотвращения деградации земель (включая почвы)».
2. https://www.ecoinfo.by/wp-content/uploads/2022/07/17.03-05-2018_33140.pdf Охрана окружающей среды и природопользование земли «Порядок выполнения работ по определению деградации земель (почв)».
3. <https://etalonline.by/document/?regnum=Hk0800425> Кодекс Республики Беларусь о земле 23 июля 2008 г. № 425-3.
4. <http://mshp.gov.by/ru/melio-ru/view/melioratsija-zemel-2211/> Закон Республики Беларусь 23 июля 2008 г. № 423-3.
5. https://base.spinform.ru/show_doc.fwx?rgn=23923 Водный кодекс Республики Беларусь от 30 апреля 2014 года № 149-3.
6. <https://ctv.by/kustarniki-budete-vyrubat-toporom-i-lopatami-prezident-raskritikoval-rabotu-po-melioracii>.
7. <https://www.ecoinfo.by/wp-content/uploads/2022/07/17.12-02-2008.pdf> ТКП 17.12-02-2008.PDF. «Охрана окружающей среды природопользование. Территории. Порядок и правила проведения работ по экологической реабилитации выработанных торфяных месторождений и других нарушенных болот и предотвращению нарушений гидрологического режима естественных экологических систем при проведении мелиоративных работ».
8. <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100120> Постановление Совета Министров Республики Беларусь 1 марта 2021 г. № 120.

УДК 711.643:63

Сыч О. А., студентка 2-го курса

ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ УСАДЕБНЫХ ДОМОВ В АГРОГОРОДКАХ

Научный руководитель – Хруцкая Н. П., ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Для строительства малоэтажных жилых домов применяются облегченные конструкции и местные строительные материалы, этим объясняется их экономическая целесообразность. Малоэтажное строительство позволяет применять такие материалы, как дерево, не обладающие огнестойкостью. Такой тип строительства позволяет сократить сроки возведения зданий по сравнению с многоэтажным.

Более простая организация строительства, а также упрощенная механизация являются бесспорными плюсами возведения одноэтажных жилых домов. Это в известной мере компенсирует удорожание, свя-

занное с уменьшением плотности застройки и увеличением количества инженерных коммуникаций и благоустройства, приходящихся на единицу жилой площади.

Малоэтажная застройка с земельными участками имеет много привлекательных для населения качеств – непосредственная связь с природным окружением, возможность организации отдыха около дома, а также возможность того или иного хозяйственного использования участка в зависимости от его размеров.

Цель работы – изучить объемно-планировочные и конструктивные решения жилых малоэтажных зданий.

Задачи работы – дать характеристики типов объемно-планировочных решений одноэтажных жилых зданий, дать характеристику конструктивной стороны одноэтажной застройки в плане соответствия планировочных решений и типов домов наиболее рациональным и прогрессивным типам конструктивных схем, видам строительных материалов и методам строительства.

В многоквартирном доме понятия дома и квартиры совпадают. По своим планировочным качествам квартира в таком доме может наилучшим образом отвечать предъявляемым к ней требованиям. В такой квартире можно придать наиболее целесообразные и удобные пропорции жилым комнатам, рационально разместить световые проемы, дать наиболее правильную ориентацию помещений по сторонам света. В многоквартирном доме обеспечена наилучшая связь квартиры с участком [1].

В зависимости от величины дома и степени развития хозяйства предусматривают один или два входа. Второй вход служит для непосредственной связи кухни с участком и обычно открывается непосредственно в кухню или же в небольшой шлюз или тамбур, связанный с кухней. Рядом с ним удобно расположить кладовую для продуктов и хозяйственного инвентаря. В домах, оборудованных водопроводом, канализацией, в целях экономии на трубопроводах и монтаже следует стремиться размещению кухонного оборудования на стене, смежной с санузелом.

Двухквартирный дом представляет собой объединение под одной кровлей двух многоквартирных домов с одной общей стеной. Такой дом имеет меньший периметр наружных стен на квартиру и стоит дешевле многоквартирного примерно на 8–10 %; расходы на его отопление на 15–18 % меньше. Если же учесть, что при строительстве двухквартирных домов можно уменьшить ширину участка и таким образом

сократить длину улиц и соответственно инженерных коммуникаций, приходящихся на квартиру примерно на 25 – 30 %, то очевидно, что при строительстве двухквартирных домов значительно экономичнее по сравнению с одноквартирными домами [2].

Планировочные решения квартир в двухквартирных домах близки к планировочным решениям квартир в одноквартирных домах. Предпочтение следует отдавать решениям, при которых достигается лучшая изоляция квартир. Для этого входы, веранды и общие комнаты смежных квартир располагают дальше друг от друга, по возможности на противоположных торцах дома.

Четырехквартирные дома дают еще большее сокращение периметра наружных стен и длины внешних коммуникаций и улиц, приходящихся на одну квартиру, чем двухквартирные дома. Такой дом является по существу блокированным домом с минимальным количеством квартир. Другим вариантом четырехквартирного дома является дом с крестообразным расположением квартир с приквартирными участками 600–1200 м². Однако, несмотря на ряд экономических преимуществ (уменьшение количества наружных стен и коммуникаций), застройка домами этого типа имеет ряд существенных недостатков, вследствие чего они на практике применяются сравнительно редко. Основным недостатком является необходимость довольно большого отступа от улицы и в связи с этим устройства дополнительных проездов на участки квартир второго ряда. Четырехквартирные дома могут быть одноэтажными или двухэтажными с квартирами в двух уровнях. Четыре квартиры могут быть также расположены в одном доме поэтажно с отдельными входами с участка в каждую квартиру, по две квартиры в каждом этаже. Небольшие квартиры могут быть размещены в восьмиквартирном доме поэтажно – по четыре в каждом этаже. При этом все квартиры могут иметь индивидуальные приквартирные участки.

Блокированные дома представляют собой соединение в ряд нескольких квартир с изолированными входами; каждая из квартир может иметь непосредственно к ней примыкающий приквартирный участок. Несмотря на наличие при каждой квартире приквартирного участка, плотность застройки блокированными домами почти такая же, как и при застройке двухэтажными домами без приквартирных участков.

Простота и ясность конструктивной схемы (в большинстве случаев – поперечные несущие стены), повторение одинаковых квартир со-

здают необходимые предпосылки для максимальной стандартизации элементов конструкций и строительных деталей, а, следовательно, и для организации индустриального сборного строительства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцев, Ю. В. Архитектура и строительные конструкции: учебник / Ю. В. Зайцев, В. Ф. Промыслов; под ред. В. Ф. Промылова. – М.: Высш. шк., 2003. – 368 с.
2. Архитектурное проектирование жилых зданий. – М.: Изд-во литературы по строительству, 2004. – 267 с.

УДК 711.643

Сыч О. А., студентка 2-го курса

БЛОКИРОВАННЫЕ УСАДЕБНЫЕ ДОМА

Научный руководитель – Хруцкая Н. П., ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Из самого принципа организации блокированного дома вытекает основная особенность планировки квартир – устройство двух входов в квартиру (с противоположных сторон дома) для связи с участком, расположенным с двух сторон дома.

Чаще всего применяются следующие приемы планировки квартир блокированных домов:

а) передняя и кухня обращены на улицу, а общая комната расположена на противоположной стороне дома. В этом случае выход на участок осуществляется из этой комнаты через балконную дверь;

б) па улицу обращены общая комната и передняя. Кухня расположена с другой стороны дома. В этом случае выход из кухни на участок осуществляется через специальный тамбур.

Блокированный дом состоит из ряда примыкающих друг к другу изолированных блоков – квартир (одноэтажных или двухэтажных). Количество блоков в ряду устанавливается в зависимости от различных условий – от степени огнестойкости дома, рельефа местности, конкретных условий участка. Экономичность блокированного дома повышается с увеличением количества блоков в доме. Однако соединение в ряд свыше 8–10 блоков не даст ощутимой экономии на периметре наружных стен. Наиболее часто применяются дома, состоящие из 8–10 блоков-квартир. В некоторых случаях для придания большего

разнообразия застройке применяются одновременно дома с различным числом блоков.

Могут быть использованы различные способы блокировки квартир. Простейшим и наиболее распространенным способом блокировки является примыкание прямоугольных блоков-квартир друг к другу и образование таким образом домов простой прямоугольной формы. Все квартиры в таком доме имеют сквозное проветривание, а дом целом может применяться в застройке без ограничения ориентации.

Для получения экономичных небольших квартир применяется прием двухрядной блокировки квартир, имеющих одностороннюю ориентацию (без сквозного проветривания). Такой прием позволяет повысить плотность застройки, но в то же время ухудшаются санитарно-гигиенические качества квартиры.

Для достижения большей изоляции примыкающих к квартирам участков применяется блокировка со сдвигом блоков в одну или обе стороны. При этом у каждой квартиры образуется небольшая изолированная площадка.

В тех случаях, когда необходимы достаточно большие хозяйственные помещения – сараи для дров, инвентаря и т. п., применяется блокировка с расположением между блоками хозяйственных построек. В северных районах эти пристройки служат одновременно и тамбурами для входов в квартиры.

Для увеличения плотности застройки при сохранении углового, а частично и сквозного проветривания квартир применяется «крестообразная» блокировка.

В районах с теплым климатом для лучшего использования участка и защиты жилища от перегрева применяются изолированные дворики, которые служат своего рода дополнительной «зеленой комнатой». Для образования таких полуоткрытых, а иногда и замкнутых двориков часто применяются квартиры – блоки Г-образной формы в плане. Г-образные блоки блокируют также вплотную, при этом приквартирные садовые участки располагаются то с одной стороны дома, то с другой, что позволяет увеличить их ширину.

Большое значение при проектировании блокированных домов имеет правильный выбор продольного шага несущих поперечных стен, определяющего, как правило, ширину квартиры. При широком шаге участки более удобны, но значительно увеличивается фронт застройки и требуется применение тяжелых, чаще всего железобетонных перекрытий. Все это удорожает стоимость строительства. Нельзя забывать также о том,

что величина шага непосредственно влияет на ширину корпуса: при равных площадях квартир, чем меньше шаг, тем больше ширина корпуса, тем меньше наружных стен на единицу площади. В тех случаях, когда при малом шаге несущих стен необходимо получить квартиры с большим числом комнат, можно применить Г-образные квартиры-блоки.

Одноэтажные блокированные дома в экономическом отношении, как правило, уступают двухэтажным (главным образом за счет снижения плотности застройки и соответствующего удорожания строительных работ).

В однокомнатных квартирах обычно на одну сторону блока выходит жилая комната, а на противоположную – кухня, санузел и передняя. Иногда вход расположен рядом с жилой комнатой.

В двухкомнатных квартирах жилые комнаты могут выходить на одну сторону блока, или же на разные стороны. Иногда применяется также схема, в которой общая жилая комната занимает всю ширину блока (при узком корпусе).

В трехкомнатных квартирах две жилые комнаты выходят на одну сторону блока, а третья комната и подсобные помещения – на другую.

Дома с крестообразной блокировкой

С той же целью повышения плотности застройки – применяется крестообразная блокировка, которая одновременно дает возможность сквозного или углового проветривания квартир. Однако этот прием обладает и рядом существенных недостатков; создается большое количество входящих углов, ухудшающих инсоляцию помещений, отсутствуют, как правило, индивидуальные приквартирные участки. Вследствие этих недостатков этот прием редко применяется в строительной практике [2].

Структура блокированных домов, состоящих из отдельных блоков-квартир, позволяет очень рационально применять их при застройке участков с крутым уклоном.

В тех случаях, когда блокированные дома ставят перпендикулярно направлению горизонталей или под каким-либо углом к ним, часто применяют приемы смещения каждого блока по отношению к смежному как по вертикали, так и иногда одновременно по горизонтали. Такой дом в итоге приобретает ступенчатый вид. В случае расположения блокированного дома параллельно направлению горизонталей может быть применен прием перебивки уровней этажей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бойков, В. Н. Строительные конструкции / В. Н. Бойков, С. Г. Стронгин. – М.: Высш. шк., 1980. – 378 с.
2. Зайцев, Ю. В. Архитектура и строительные конструкции: учебник / Ю. В. Зайцев, В. Ф. Промыслов; под ред. В. Ф. Промылова. – М.: Высш. шк., 2003. – 368 с.

УДК 631.31/.37:631.461.3:631.82

Тепляков Н. В., студент 2-го курса

ЗАВИСИМОСТЬ СИМБИОТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ ОТ ОРОШЕНИЯ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Научный руководитель – Кукреш А. С., канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Оптимизация кормопроизводства с учетом обеспеченности полноценными кормами животных и наличия материальных ресурсов на современном этапе является весьма актуальной задачей. Решение ее связано с проблемами биологизации земледелия, сохранением плодородия почвы и охраны окружающей среды. В этой связи важное значение приобретает планирование и организация адаптивного кормопроизводства путем подбора культур и совершенствования технологий их возделывания на основе использования бактериальных препаратов минеральных удобрений и орошения кормовых угодий [1, 2].

В сложившихся условиях важным показателем успешного функционирования симбиотического аппарата является наличие достатка питательных элементов в почве, влаги, а также ее микробиологическая активность. Особо важным фактором при этом является содержание усвояемого азота, подвижного фосфора. В Республике Беларусь проведен ряд опытов по изучению использования данного типа препаратов на различных сельскохозяйственных культурах [3]. Исследования показывают высокую эффективность этих препаратов на таких культурах, как горох посевной, люпин узколистый, соя, галега восточная, однако исследований по изучению эффективности применения на сенокосных травостоях бактериальных препаратов не проводилось.

Для решения этих задач в 2022–2023 гг. на опытном поле «Тушково» УО БГСХА были проведены исследования по выявлению эффективности совместного применения diaзотрофных и фосфатмобилизующих препаратов и минеральных удобрений при возделывании бобо-

во-злаковой травосмеси, включающей: клевер луговой Долголетний, клевер ползучий Волат, тимopheевка луговая Волна, кострец безостый Моршанский 760.

Схема опыта включала следующие блоки: контроль без орошения + P₆₀K₁₁₀, орошение + P₆₀K₁₁₀ и орошение + P₆₀K₁₁₀ + N₄₀. Блоки включали по четыре варианта: контроль (без инокуляции), инокуляция бобовых компонентов травосмеси сапронитом и совместная инокуляция бобовых и злаковых компонентов сапронитом и фитостимифосом.

Динамика формирования клубеньков на корнях клевера лугового и ползучего (шт/1 растение)

Вариант	2022 г.		2023 г.	
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос
Контроль без орошения фон P₆₀K₁₁₀				
Клевер луговой				
Без инокуляции	70	80	63	61
Сапронит	78	83	70	84
Сапронит + фитостимифос	78	81	69	75
Клевер ползучий				
Без инокуляции	47	47	43	32
Сапронит	51	48	46	44
Сапронит + фитостимифос	50	47	45	43
Орошение фон P₆₀K₁₁₀				
Клевер луговой				
Без инокуляции	81	85	72	69
Сапронит	86	90	76	92
Сапронит + фитостимифос	85	88	74	98
Клевер ползучий				
Без инокуляции	53	49	48	45
Сапронит	55	52	49	57
Сапронит + фитостимифос	54	52	49	56
Орошение + P₆₀K₁₁₀ + N₄₀				
Клевер луговой				
Без инокуляции	91	100	78	75
Сапронит	102	105	83	77
Сапронит + фитостимифос	99	102	81	81
Клевер ползучий				
Без инокуляции	58	55	51	43
Сапронит	60	58	53	56
Сапронит + фитостимифос	60	57	52	57

Исследования показали, что орошение многолетних бобово-злаковых травосмесей оказало положительное действие на динамику

накопления клубеньков на корнях клевера лугового и клевера ползучего. Так, при использовании орошения и применения минеральных удобрений в дозе $P_{60}K_{110}$ содержание клубеньков на корнях клевера лугового в 2022 г. в варианте без инокуляции повысилось до 81 шт/растение, в варианте с инокуляцией семян бобовых сапронитом соответственно до 86 шт/растение. На клевере ползучем были получены аналогичные значения. Количество клубеньков при использовании препаратов сапронит и фитостимифос было достоверно выше, однако не превышало вариант с использованием препарата сапронит в отдельности.

Использование стартовой дозы азотных удобрений на фоне с орошением привело к существенному повышению содержания клубеньков, количество которых достигало на варианте с инокуляцией семян бобовых трав сапронитом в 2022 г. 102–105 шт/растение.

В 2023 г. тенденция действия изучаемых факторов опыта не изменилась, однако со старением травостоя их количество по сравнению с прошедшим годом существенно снизилось.

Таким образом, данные опытов показывают, что использование орошения дождеванием и применение минеральных удобрений привело к активизации симбиотических процессов, что выразилось в увеличении количества клубеньков на корнях растений бобовых до 102–105 шт/растение. При этом клубеньки имели правильную форму и розоватый цвет, это указывает, что обеспечение и поддержание в почве оптимальной влажности на протяжении вегетационного периода способствует накоплению в клубеньках леггемоглобина, а, следовательно, усиливает процесс фиксации клубеньковыми бактериями атмосферного азота. Это в свою очередь создает предпосылки для снижения доз азотных удобрений при возделывании многолетних бобовых и бобово-злаковых трав или отказа от их применения, что снижает экологическую нагрузку на экосистему и экономит финансовые средства на закупку, подготовку и внесение дорогостоящих удобрений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корнилов, А. А. Продвижение эспарцета в засушливые и степные районы и роль клубеньковых бактерий / А. А. Корнилов, В. Г. Вергелецкая // Микробиология. – 1952. – Вып. 4. – Т. 20. – С. 423–428.
2. Мишустин, Е. Н. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс / Е. Н. Мишустин, В. К. Шильникова – М.: Наука, 1973. – 288 с.
3. Перскова, Т. Ф. Влияние бактериальных препаратов и способов внесения фосфорно-калийных удобрений на урожайность зерна и фотосинтетическую продуктивность люпина узколистного / Т. Ф. Перскова, А. В. Какшинцев // Сб. материалов 4-й междунар. науч.-практ. конф. – Горки, 2001. – С. 345–348.

УДК 628.31

Фалькович М. Ю., студент 2-го курса

ТЕРМИЧЕСКАЯ СУШКА ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Научный руководитель – Васильева Н. В., канд. техн. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Термическая сушка предназначена для обеззараживания и уменьшения массы осадков сточных вод, предварительно обезвоженных на вакуум-фильтрах, центрифугах или фильтр-прессах и удаления осадков с территорий очистных станций и их дальнейшей утилизации

Осадок после термической сушки – негниющий свободный от гельминтов и патогенных микроорганизмов внешне сухой (влажностью 10–50 %) сыпучий материал.

Способы термической сушки осадков подразделяются: конвективный, радиационно-конвективный, кондуктивный, сублимационный в электромагнитном поле. Наиболее распространен из всех конвективный способ сушки, при котором необходимая для испарения влаги тепловая энергия непосредственно передается высушиваемому материалу теплоносителем – сушильным агентом. В качестве сушильного агента используют топочные газы, перегретый пар или горячий воздух.

Применение топочных газов более экономично, так как процесс сушки осадков производится при относительно высоких температурах (500–800 °С), что позволяет уменьшить габариты сушильных установок и расход энергии на транспортирование отходящих газов.

Независимо от того, какой сушильный агент применяется, все сушки конвективного типа разделяются на две группы:

I – при продувке сушильного агента через слой материала частицы его остаются неподвижными (барабанные, ленточные, петлевые и др.);

II – частицы материала перемещаются и перемешиваются потоком сушильного агента – сушилки с псевдооживленным (кипящим) фонтанирующим слоем, распылительно-кипящие сушилки-грануляторы и пневмосушилки.

В сушилках второй группы сушильный агент имеет более полный контакт с частицами высушиваемого осадка и интенсивность сушки в этих аппаратах выше, а продолжительность процесса сушки меньше, чем в аппаратах первой группы.

Любая сушильная установка состоит из сушильного аппарата и вспомогательного оборудования – топки с системой топливopодачи,

питателя, циклона, скруббера, тягодутьевых устройств, конвейеров и бункеров, контрольно-измерительных приборов и автоматики.

Барабанные сушилки работают по схеме с прямоточным движением осадка и сушильного агента, в качестве которого применяют топочные газы.

После сушки в барабанной сушилке осадок не загнивает, не содержит гельминтов и патогенных микроорганизмов, имеет влажность 20–30 %. Барабанные сушилки имеют большую единичную производительность, но малое напряжение по влаге, что обуславливает их большие габариты, массу и металлоемкость. Они имеют низкий к. п. д., требуют высоких капитальных затрат и относительно сложны в эксплуатации.

Сушилки со встречными струями газовой взвеси работают таким образом, чтобы частицы материалов, находясь во взвешенном состоянии в горячем газовом потоке создавали вместе с ним так называемую газовую взвесь, двигаясь по соосным горизонтальным трубам навстречу друг другу и в результате ударной встречи струй вступали в колебательное движение, проникая из одной струи в другую, что приводит к увеличению истинной концентрации материалов в зоне сушки. При достаточно высоких скоростях сушильного агента происходит измельчение материала и увеличивается суммарная площадь поверхности тепло- и массообмена. Производительность сушилок со встречными струями – 0,7–3 т/ч по испаряемой влаге, а в сравнении с барабанными сушилками позволяют сократить капитальные затраты в 3–4 раза, а эксплуатационные – на 15 %.

В пневматических сушилках (трубы-сушилки) обезвоженный осадок предварительно смешивают с термически высушенным и измельчают в сушильной мельнице. Осадок сушат в вертикальной трубе длиной до 20 м, по которой движение топочных газов и взвешенных в их потоке частиц осадка происходит снизу-вверх. Высушенный осадок с влажностью 10–15 % отделяют от отходящих газов в циклоне с помощью раздаточного узла или расфасовывают, либо подают в печь, где его сжигают. Туда же отсасывающим вентилятором подают запыленные отходящие газы. Часть обезвоженного осадка шнековым питателем подают в сушильную мельницу.

В сушилках с фонтанирующим слоем влажный осадок с помощью питателя подается в сушильную камеру. Теплоноситель, поступающий в ее нижнюю часть через газораспределительную решетку, подхватывает частицы влажного осадка, увлекает их за собой и фонтаном от-

брасывает к стенкам камеры. Частицы осадка сползают по боковым поверхностям конуса к решетке, где вновь подхватываются потоком теплоносителя. Таким образом происходит циркуляция осадка в сушильной камере. Высушенный осадок выгружается через разгрузочное устройство.

Вакуумные сушилки проводят вакуум-сушку сырого осадка, активного ила или их смеси, но перед вакуум-сушкой необходимо снижать влажность осадка центрифугированием. Обычно применяются барабанные вакуум-сушилки гребкового типа. После вакуум-сушки осадки имеют гранулированный вид с влажностью 30–40 %. Сушка осадка производится с помощью обогревающих рубашек с водяным паром с температурой насыщения 150 °С. Сушильные аппараты периодически заполняются осадком не более чем на половину рабочего объема. Затем включаются система обогрева сушилок и вакуум-насосы, создающие разрежение в аппарате. Вторичный пар, образующийся вследствие испарения воды осадка, поступает в барометрический конденсатор и оттуда в виде конденсата направляется на очистные сооружения.

На малых установках для конденсации вторичного пара применять теплообменники. Концентрация загрязнений в конденсате вторичного пара определяется уносом загрязняющих веществ с конденсатом и наличием летучих органических веществ. Температура осадка в процессе сушки изменяется от 50–85 °С (кипение) до 30–40 °С (в конце сушки). При температуре около 85 °С происходит дегельминтизация осадка. После окончания сушки вакуум отключается, и сухой продукт выгружается на конвейер системой гребков реверсивного вращения. Цикл вакуум-сушки осадков составляет 5–10 часов и зависит от исходной и конечной влажности осадков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лотош, В. Е. Переработка отходов природопользования / В. Е. Лотош. – Екатеринбург: Полиграфист, 2007. – 503 с.
2. Лотош, В. Е. Технологии основных производств в природопользовании / В. Е. Лотош. – 4-е изд., доп. – Екатеринбург, 2007. – 561 с.
3. Замалиев, А. Н. Сжигание илового осадка в псевдосжиженном слое / А. Н. Замалиев // Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XI Междунар. молодежной науч. конф. по естественнонаучным и техническим дисциплинам, Йошкар-Ола, 22–23 апр. 2016 г.: в 4 ч. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. – Т. 1. – С. 178.

УДК 622.011.4

Чикановский А. С., студент 4-го курса

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЧАЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПОРИСТОСТИ ОРГАНИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ БИОГЕННЫХ ГРУНТОВ

Научный руководитель – Васильева Н. В., канд. техн. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Биогенные грунты – сложная система, твердая фаза, состоит из минеральной и органической составляющих. Эти грунты представляют собой современные органоминеральные отложения осадочного происхождения с повышенным содержанием органического вещества. Они не однородны по своему генезису, составу, строению и состоянию, что связано с постоянно изменяющимися условиями их образования.

Сухое вещество (твердая фаза) биогенных грунтов состоит из продуктов распада растительных и животных организмов и минеральных включений. Источниками накопления минеральных соединений является биогенная, водная и воздушная миграция неорганических компонентов. Специфика свойств биогенных грунтов обусловлена их высокой влажностью и пористостью. Основной объем содержащейся в ней воды связывается и удерживается органической составляющей этих грунтов. Минеральная составляющая связывает незначительное количество воды в сравнении с органической. Влажность органической составляющей (количество воды, связанное единицей массы) и является структурным показателем, который достаточно точно характеризует сжимаемость любого типа биогенного грунта. Органическая составляющая является основой каркаса биогенного грунта, который несет основную нагрузку от сооружений, строящихся на этих грунтах.

Анализ фазового состава биогенных грунтов показывает, что минеральная составляющая занимает несопоставимо меньшую часть в единице объема, чем органическая составляющая и сжимаемость ее на много меньше, чем в органической.

В общем случае объем образца водонасыщенного биогенного грунта состоит:

$$V_{\text{обр}} = V_{\text{орг}} + V_{\text{мин}} + V_{\text{в}},$$

где $V_{\text{обр}}$ – объем образца, см;

$V_{\text{орг}}$ – объем органической составляющей;

$V_{\text{мин}}$ – объем минеральной составляющей;

$V_{\text{в}}$ – объем воды.

В единице объема для подавляющего большинства биогенных грунтов их минеральная составляющая занимает несопоставимо малый, в сравнении с органической составляющей объем. Минеральная составляющая биогенных грунтов способна связать и удерживать в структуре грунта значительно меньше количество воды, чем органическая. Поэтому связь между параметрами свойств устанавливают отдельно для каждой составляющей твердой фазы.

Твердая фаза образца состоит из минеральной и органической составляющих:

$$P_{\text{тв.ф}} = P_{\text{мин}} + P_{\text{орг.}}$$

Масса органической составляющей:

$$P_{\text{орг}} = P_{\text{тв.ф}} - P_{\text{мин.}}$$

Объем твердой фазы образца:

$$V_{\text{тв.ф}} = V_{\text{обр}} \cdot m.$$

Объем воды в образце:

$$V_{\text{в}} = V_{\text{обр}} - V_{\text{тв.ф.}}$$

Масса воды органической составляющей:

$$P_{\text{орг}}^{\text{в}} = P_{\text{обр}}^{\text{в}} - P_{\text{мин}}^{\text{в}},$$

где $P_{\text{орг}}^{\text{в}}$ – масса воды в образце, она определяется по формуле:

$$P_{\text{орг}}^{\text{в}} = V_{\text{обр}} \cdot n \cdot \gamma_{\text{в}};$$

n – объем пор:

$$n = 1 - m;$$

m – объем твердой фазы:

$$m = \frac{\gamma_d}{\gamma_s};$$

$P_{\text{мин}}^{\text{в}}$ – масса воды минеральной составляющей:

$\gamma_{\text{в}} = 1,0 \text{ г/см}^3$ – плотность воды.

Влажность органической составляющей:

$$W_{\text{орг}} = \frac{P_{\text{орг}}^{\text{в}} \cdot 100}{P_{\text{орг}}}$$

Однако плотность твердой фазы органической составляющей не определена. Задаваясь различными значениями плотности органической составляющей, можно рассчитать показатели физических свойств (таблица).

Плотности твердой фазы органической составляющей биогенных грунтов

Плотность твердой фазы $\gamma_s^{орг}$	Плотность скелета органической составляющей				Коэффициент пористости органической составляющей			
	при влажности W							
	589,66	588,32	584,59	586,55	589,66	588,32	587,59	586,55
1,3	0,150	0,150	0,150	0,151	7,67	7,67	7,67	7,61
1,4	0,151	0,152	0,152	0,152	8,27	8,21	8,21	8,21
1,5	0,152	0,153	0,153	0,153	8,87	8,80	8,80	8,80
1,6	0,153	0,154	0,154	0,154	9,46	9,39	9,39	9,39

Как видно из таблицы, при значениях $\gamma_s^{орг} < 1,5 \text{ г/см}^3$ коэффициенты пористости органической составляющей меньше коэффициентов пористости образца грунта, что означает, что $\gamma_s^{орг}$ не может быть меньше чем $1,5 \text{ г/см}^3$. Поэтому для практических расчетов можно принять $\gamma_s^{орг} = 1,5 \text{ г/см}^3$, что совпадает с значениями $\gamma_s^{орг}$, полученными исходя из других предпосылок при определении показателей физических свойств биогенных грунтов.

Плотность скелета органической составляющей:

$$\gamma_d^{орз} = \frac{1}{0,01W_{орз} + \frac{1}{\gamma_s^{орз}}}$$

Плотность органической составляющей:

$$\gamma_{орг} = \gamma_{орг} = \gamma_s^{орг} \cdot (0,01 W_{орг} + 1).$$

Объем органической составляющей:

$$V_{орг} = W_{тв.ф} - V_{мин}.$$

Высота органической составляющей в образце:

$$h_{орз} = \frac{V_{орз}}{F}$$

Коэффициент пористости органической составляющей:

$$\varepsilon_{орг} = \frac{\gamma_s^{орг}}{\gamma_s^{орг}} - 1$$

Приведенный анализ показал, что для практических расчетов можно принять $\gamma_s^{орг} < 1,5 \text{ г/см}^3$, что совпадает со значениями, полученными при разработке методики определения показателей физических свойств биогенных грунтов и позволяет при анализе компрессионных испытаний находить параметры, исходя из уточненных характеристик органической составляющей этих грунтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коновалов, П. А. Строительство сооружений на заторфованных территориях / П. А. Коновалов. – М.: Стройиздат, 1995. – 344 с.
2. Рубинштейн, А. Я. Биогенные грунты / А. Я. Рубинштейн. – М.: Наука, 1986. – 87 с.
3. Сеськов, В. Е. Биогенные грунты Белоруссии и использование их в качестве оснований под здания и сооружения / В. Е. Сеськов. – Минск: БелНИИТИ, 1989. – 48 с.
4. Дрозд, П. А. Расчет осадки насыпей на болотах / П. А. Дрозд, В. Н. Заяц // Гидротехника и мелиорация. – № 3. – 1968. – С. 59–64.
5. Амарян, Л. С. Прочность и деформируемость торфяных грунтов / Л. С. Амарян. – М.: Недра, 1969. – 51 с.
6. Васильева, Н. В. Компрессионные свойства биогенных грунтов / Н. В. Васильева // Мелиорация переувлажненных земель: сб. науч. тр. Белорус. НИИ мелиорации и луговодства. – Минск, 1997. – Т. 44. – С. 261–265.

УДК 624.131.8

Чикановский А. С., студент 4-го курса

КОМПРЕССИОННАЯ КРИВАЯ ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ БИОГЕННЫХ ГРУНТОВ

Научный руководитель – Васильева Н. В., канд. техн. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Биогенный грунт – сложная система, твердая фаза, которого состоит из минеральной и органической составляющих. Минеральная составляющая в образцах занимает незначительный объем по сравнению с органической. Органическая составляющая является основой каркаса

биогенного грунта, который несет основную нагрузку от сооружений, строящихся на этих грунтах.

Анализ фазового состава биогенных грунтов показывает, что минеральная составляющая занимает несопоставимо меньшую часть в единице объема, чем органическая составляющая и сжимаемость ее на много меньше, чем у органической. Поэтому уплотнением минеральной составляющей можно пренебречь и принять ее несжимаемой. С учетом этого предполагается, что деформации уплотнения будут происходить в результате отжатия воды и уплотнения лишь органической составляющей. При этом характер процесса уплотнения органической составляющей будет аналогичен уплотнению образца биогенного грунта, несмотря на то, что показатели физических свойств органической составляющей отличаются от аналогичных показателей для всех видов самих биогенных грунтов. Это подтверждается тем, что изменения влажности в образце в процессе опыта при постоянном значении площади гильзы прибора пропорционально начальной влажности.

Для определения параметров компрессионных зависимостей для органической составляющей экспериментальные данные компрессионных испытаний образцов всех видов биогенных грунтов были пересчитаны с учетом вычета минеральной составляющей.

Высота слоя минеральной составляющей в образце определяется по формуле:

$$\frac{h_{\text{мин}}=V_{\text{мин}}}{F}, \quad (1)$$

где $V_{\text{мин}}$ – объем, занимаемый минеральной составляющей;

F – площадь гильзы компрессионного прибора, $F = 25,5 \text{ см}^2$.

Начальная высота органической составляющей в образце определяется по формуле

$$h_{\text{орг}} = h_{\text{тв.ч}} - h_{\text{мин}} \quad (2)$$

где $h_{\text{мин}}$ – высота твердой части образца.

По достигнутой величине деформации образца на каждый ступени нагрузки P рассчитывались соответствующие данные нагрузки коэффициенты пористости $\varepsilon_i^{\text{орг}} = \varepsilon_0^{\text{орг}} \left(1 - \frac{s}{h_0}\right)$ и строились компрессионные кривые в координатах $\left(\frac{\varepsilon_i^{\text{орг}}}{\varepsilon_0^{\text{орг}}} - lg \frac{p}{p_0}\right)$.

В принятых координатах зависимости могут быть описаны следующим выражением

$$\left(\frac{\varepsilon_{\text{орг}}^{\phi}}{\varepsilon_{\text{орг}}} = \frac{\varepsilon_{\text{орг}}^{\phi}}{\varepsilon_{\text{орг}}} - a_k \lg \frac{p}{p_0} \right), \quad (3)$$

где $\varepsilon_{\text{орг}}^{\phi}$ – начальный (условный) коэффициент пористости, органической составляющей, со ответствующей точке пересечения прямой линии с осью ординат при нагрузке $P_0 = 0,1 \text{ кгс/см}^2$;

$a_k = \text{tg} \alpha$ – угловой коэффициент (коэффициент полной компрессии).

Так как характер процесса уплотнения органической составляющей аналогичен характеру уплотнения образца грунта, поэтому угловые коэффициенты прямых линий, выражающих компрессионные зависимости, будут равны ($\alpha_1 = \alpha_2$).

Значение $\varepsilon_{\text{орг}}^{\phi}$ находится из математического выражения:

$$\varepsilon_{\text{орг}}^{\phi} = \varepsilon_{\text{орг}} \cdot \frac{\varepsilon_0^{\phi}}{\varepsilon_0}. \quad (4)$$

Определение математической формы связи между параметрами компрессионной зависимости для органической составляющей биогенных грунтов выполнено на основе графического анализа. По расположению точек на графическом поле определялся вид линии, который наиболее соответствует зависимостям между параметрами компрессионной кривой для органической составляющей.

На рис. 1 показан график изменения начального (условного) коэффициента пористости органической составляющей от начального коэффициента пористости органической составляющей $\varepsilon_{\text{орг}}$.

Зависимость между начальным (условным) коэффициентом пористости органической составляющей $\varepsilon_{\text{орг}}^{\phi}$ и начальным коэффициентом пористости органической составляющей $\varepsilon_{\text{орг}}$ описывается уравнением показательной функции. В результате математической обработки получено следующее уравнение:

$$\varepsilon_{\text{орг}}^{\phi} = 1,5005 \cdot \varepsilon_{\text{орг}}^{0,8165}. \quad (5)$$

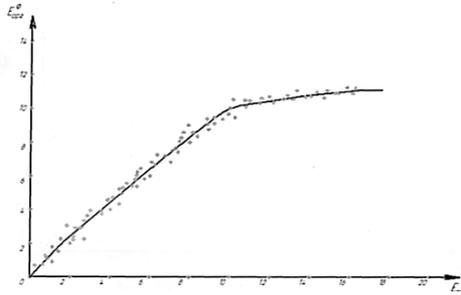


Рис. 1. Зависимость между начальным (условным) коэффициентом пористости органической составляющей $\varepsilon_{\text{орг}}^{\phi}$ и начальным коэффициентом пористости органической составляющей $\varepsilon_{\text{орг}}$

На рис. 2 показан график изменения коэффициента полной компрессии a_k от условного начального коэффициента пористости органической составляющей $\varepsilon_{\text{орг}}^{\phi}$.

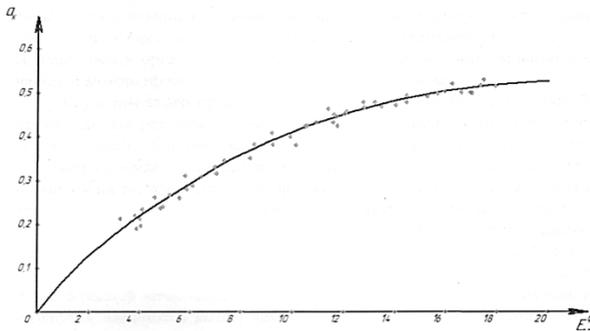


Рис. 2. Зависимость между коэффициентом полной компрессии a_k и условным начальным коэффициентом пористости органической составляющей $\varepsilon_{\text{орг}}^{\phi}$

Зависимость между коэффициентом полной компрессии a_k и условным начальным коэффициентом пористости органической составляющей $\varepsilon_{\text{орг}}^{\phi}$ можно также описать уравнением показательной функции. В результате математической обработки получено выражение:

$$a_k = 0,1274 \cdot (\varepsilon_{\text{орг}}^{\phi})^{0,5277} \lg \frac{p}{p_0}. \quad (6)$$

Подставляя полученные зависимости, в выражение получаем:

$$\frac{\varepsilon_i^{\text{орг}}}{\varepsilon_{\text{орг}}} = \frac{1,5005\varepsilon_{\text{орг}}^{0,8165}}{\varepsilon_{\text{орг}}} - 0,1274 \cdot (\varepsilon_{\text{орг}}^{\Phi})^{0,5277} \lg \frac{p}{p_0} . \quad (7)$$

Преобразуя данной математической выражение, получаем уравнение компрессионной кривой

$$\varepsilon_i^{\text{орг}} = 1,5 \varepsilon_{\text{орг}}^{0,816} - (0,158\varepsilon_{\text{орг}}^{0,431}) \lg \frac{p}{p_0} . \quad (8)$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Лысенко, М. П. Состав и физико-механические свойства грунтов / М. П. Лысенко. – М.: Недра, 1972. – 320 с.
2. Черник, П. К. Расчет фазового состава биогенных грунтов / П. К. Черник, Н. В. Васильева // Сб. науч. тр. Белорус. НИИ мелиорации и луговодства. – Т. XLV. – Минск, 1998. – С. 80–88.
3. Рубинштейн, А. Я. Биогенные грунты / А. Я. Рубинштейн. – М.: Стройиздат, 1984. – 108 с.

УДК 626.121:542:624.131.276

**Чикановский А. С., студент 4-го курса
РАСЧЕТ ОСАДКИ ОСНОВАНИЙ,
СЛОЖЕННЫХ БИОГЕННЫМИ ГРУНТАМИ,
НА ОБЪЕКТЕ «ГАЛО-КОВАЛЕВСКОЕ»**

*Научный руководитель – Васильева Н. В., канд. техн. наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь*

Биогенные грунты – современные органо-минеральные отложения осадочного происхождения с повышенным содержанием органического вещества. К биогенным грунтам относятся торфы, сапропели, заторфованные грунты, мергели болотные. В естественном залегании биогенные грунты отмечаются высокой влажностью, весьма низкой несущей способностью и сильной сжимаемостью. В то же время экспериментальные исследования показывают, что при научно обоснованном подходе и регламентированном режиме нагружения оснований можно добиться упрочнения биогенных грунтов в результате уплотнения, обеспечивающего устойчивость в процессе эксплуатации оснований при существенном снижении трудоемкости и материальных затрат. Достижение этой цели возможно путем надежной и объективной оценки изменчивости физико-механических свойств биогенных грунтов в объемно-напряженном состоянии с последующим прогнозирова-

нием конечных результатов и расчетом прочности и деформируемости.

Опыт строительства и эксплуатации сооружений, построенных на биогенных грунтах, показывает, что при соответствующих условиях эти грунты можно с успехом применять для укладки в тело плотин, устройства противофильтрационных завес, а также в качестве несущего основания.

Цель и задачи исследований. Осадка насыпей и других сооружений зависит как от нагрузки, передаваемой на основание, так и от их мощности и физико-механических свойств биогенных грунтов, слагающих основание. Так как ширина земляных насыпей по низу, как правило, значительно превышает мощность биогенных грунтов, то под действием нагрузки от массы насыпи. Эти грунты испытывают только сжатие без бокового расширения. Его конечная осадка определяется с использованием параметров, определяемых при компрессионных испытаниях грунтов.

Дамба обвалования построена на объекте «Гало-Ковалевское» на заболоченной пойме реки Птичь в Пуховичском районе Минской области. По трассе дамбы биогенные грунты представлены торфом и сапропелями различной мощности. Для наблюдения за осадкой дамбы в 4 сечениях были установлены осадочные марки. В каждом сечении устанавливалось несколько марок в створах.

Показатели физических свойств и результаты расчета фазового состава образцов биогенных грунтов из основания дамбы обвалования приведены в табл. 1.

Изменение коэффициента пористости от уплотняющей нагрузки для торфов и сапропелей определялось по формуле

$$\varepsilon_i = 1,383\varepsilon_0^{0,845} - 0,147(\varepsilon_0)^{0,483} \cdot \varepsilon_0 \cdot \lg \frac{P_i}{P_0}. \quad (1)$$

Коэффициент пористости органической составляющей биогенных грунтов от уплотняющей нагрузки рассчитывался по формуле

$$\varepsilon_i = 1,5\varepsilon_{орг}^{0,816} - 0,158(\varepsilon_{орг})^{0,431} \cdot \varepsilon_{орг} \cdot \lg \frac{P_i}{P_0}. \quad (2)$$

Фактически значения осадки насыпи определялись инструментальными измерениями, а нагрузка на основание определялась от массы насыпи с учетом замеренной осадки.

Результаты расчетов сведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 1. Физические свойства и фазовый состав биогенных грунтов в основании дамбы обвалования на объекте «Гало-Ковалевское»

Створы	Вид грунта	Высота образца h , см	Влажность W , %	Плотность твердой фазы γ_s , г/см ³	Зольность Z , %	Плотность скелета грунта γ_d , г/см ³	Плотность грунта γ , г/см ³	Коэффициент пористости ε	Объем образца $V_{(см^3)}$	Масса образца $P_{(г)}$	Объем твердых частиц в единице объема m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Створ 1	Торф	2,0	721,6	1,552	11,75	0,127	1,043	11,20	51,0	53,19	0,082
Створ 2	Торф	2,0	466,6	1,616	14,86	0,189	1,071	7,54	51,0	54,62	0,117
Створ 3	Торф	2,0	749,4	1,576	5,17	0,123	1,044	11,81	51,0	53,24	0,078
Створ 3	Сапрпель	2,0	318,0	2,195	43,71	0,275	0,149	6,98	51,0	58,60	0,125
Створ 3	Сапрпель	2,0	327,2	2,115	59,29	0,267	1,141	6,92	51,0	58,19	0,126
Створ 4	Торф	2,0	867,2	1,544	6,52	0,107	1,035	13,39	51,0	52,78	0,069
Створ 4	Сапрпель	2,0	376,2	2,020	36,7	0,234	1,114	7,60	51,0	56,81	0,116

Продолжение табл. 1

Створы	Вид грунта	Объем пор в единице объема n	Масса в образце, г					
			воды P_v	твердой фазы $P_{тв.ф}$	минеральной составляющей $P_{мин}$	органической составляющей $P_{орг}$	воды в минеральной составляющей $P_v^{мин}$	воды в органической составляющей $P_v^{орг}$
1	2	13	14	15	16	17	18	19
Створ 1	Торф	0,918	46,82	6,37	0,748	5,622	0,150	46,67
Створ 2	Торф	0,883	45,03	9,59	1,425	8,165	0,285	44,745
Створ 3	Торф	0,922	47,02	6,22	0,322	5,898	0,064	46,956
Створ 4	Сапрпель	0,875	44,62	13,98	6,11	7,870	1,222	43,398
Створ 5	Сапрпель	0,874	44,57	13,62	8,07	5,550	1,614	42,956
Створ 6	Торф	0,931	47,48	5,30	0,346	4,954	0,069	47,411
Створ 7	Сапрпель	0,884	45,08	11,73	4,305	7,425	0,861	44,219

Окончание табл. 1

Створы	Вид грунта	Объем мине- ральной со- ставляющей $V_{\text{мин}}, \text{см}^3$	Высота минеральной составляющей $h_{\text{мин}}, \text{см}^3$	Влажность орга- нической состав- ляющей $W_{\text{орг}}, \%$	Плотность скелета органической составляющей $\gamma_{\text{д}}^{\text{орг}}, \text{г/см}^3$	Коэффициент пори- стости органической составляющей $\epsilon_{\text{орг}}$
1	2	20	21	22	23	24
Створ 1	Торф	0,440	0,017	830,1	0,111	12,51
Створ 2	Торф	0,838	0,033	548,0	0,163	8,20
Створ 3	Торф	0,189	0,007	796,1	0,116	11,93
Створ 4	Сапрпель	3,594	0,141	551,4	0,162	8,26
Створ 5	Сапрпель	4,747	0,186	774,0	0,119	11,60
Створ 6	Торф	0,203	0,008	957,0	0,098	14,31
Створ 7	Сапрпель	2,532	0,099	595,5	0,151	8,93

Т а б л и ц а 2. Расчет осадки дамбы обвалования на объекте «Гало-Ковалевское»

Сечения	Вид грунта	Толщина слоя, м		Удельная нагрузка Р, кгс/см ²	Коэффициент пористости		Коэффициент пористости, достигнутый в результате уплотнен. от расчетной нагрузки по формулам (м)		Расчетная осадка, полученная с использованием формул, м		Фактическая осадка S _{факт} , м	Отклонения, %	
		грунта h _{гр}	орг. состав. h _{орг}		грунта ε ₀	орг. состав. ε _{орг}	1	2	1	2		1	2
Створ 1													
ПК 23+63	Торф	2,50	2,48	0,586	11,20	12,51	6,59	7,28	0,945	0,960	1,062	-11,0	-9,6
Створ 2													
ПК 17+92	Торф	1,1	1,08	0,454	7,54	8,20	5,69	6,24	0,238	0,230	0,239	-0,42	-3,8
Створ 3													
ПК 11+50	Торф	1,7	1,69	0,714	11,81	11,93	6,26	6,66	0,736	0,689			
	Сапрпель	1,6	1,48	0,714	6,98	8,26	4,90	5,74	0,417	0,448			
	Сапрпель	1,7	1,54	0,714	6,92	11,60	4,88	6,58	0,438	0,613			
									Σ1,591	Σ1,750	Σ1,864	-14,6	-6,1
Створ 4													
ПК 5+50	Торф	2,2	2,19	0,646	13,39	14,31	6,80	7,38	1,008	0,991			
	Сапрпель	1,7	1,62	0,646	7,60	8,98	5,26	6,09	0,462	0,469			
									Σ1,47	Σ1,46	Σ1,438	+2,2	+1,5

Как следует из табл. 2, полученные значения дают удовлетворительную сходимость расчетных и фактических значений осадки. При этом расчетная осадка, вычисленная по органической составляющей, значительно меньше отклоняется от расчетной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коновалов, П. А. Строительство сооружений на заторфованных территориях / П. А. Коновалов. – М.: Стройиздат, 1995. – 344 с.
2. Рубинштейн, А. Я. Биогенные грунты / А. Я. Рубинштейн. – М.: Наука, 1986. – 87 с.
3. Сеськов, В. Е. Биогенные грунты Белоруссии и использование их в качестве оснований под здания и сооружения / В. Е. Сеськов. – Минск: БелНИИТИ, 1989. – 48 с.
4. Дрозд, П. А. Расчет осадки насыпей на болотах / П. А. Дрозд, В. Н. Заяц // Гидротехника и мелиорация. – № 3. – 1968.

СОДЕРЖАНИЕ

Баженов А. С., Мазаева А. Н. Воздействие длительного дренирования на динамику уровня почвенно-грунтовых вод	3
Баженов А. С., Мазаева А. Н. Изменение свойств дерново-подзолистой оглеенной почвы в зависимости от продолжительности действия дренажа	5
Богданович В. А. Трубопроводы и каналы водоотводящих сетей	8
Богданович В. А. Использование силы трения в сельском хозяйстве	12
Буйнич Д. А. Техническое состояние гидротехнических сооружений водохранилищ	16
Бураков М. М. Формирование состава сточных вод	19
Буявец А. А. Водоснабжение в сельскохозяйственном производстве	21
Гапоненко Д. Р. Эффективность применения бактериальных препаратов в условиях орошения дождеванием при возделывании бобово-злаковой травосмеси	24
Гардеева В. С. Особенности землеустройства в ходе сплошной коллективизации (1929–1932 гг.)	28
Гардеева В. С. Оценка влияния дополнительного увлажнения на урожайность сухой массы клевера лугового	32
Гардеева В. С. Анализ источников загрязнения земель	35
Гизун К. С. Использование полимерных материалов для укрепления конструкций гидротехнических сооружений	38
Данькова С. Б. Исследование процесса заглубления датчика-щупа в почву	44
Дешева Ю. Е. Техническое состояние гидротехнических сооружений водохранилищ	48
Дуксин Д. В. Сооружения для очистки поверхностных сточных вод	51
Журавко В. Н. Бактериальные препараты и минеральные удобрения как фактор повышения микробиологической активности почв и продуктивности многолетних бобово-злаковых трав	55
Карпович В. В. Механическое обезвоживание осадков сточных вод	59
Ковтунов В. А. Изучение бесконтактных датчиков на примере системы Smart Home	62
Кохович С. А. Объемно-пространственная и архитектурно-планировочная организация спортивно-оздоровительных объектов г. Лунинец	65
Кравцова А. А., Соловьев В. Д. Орошение многолетних трав и бактериальные препараты как фактор повышения активности симбиотического аппарата многолетних трав	67
Красин А. А. Автоматизация и контроль за работой водоотводящих сетей, насосных станций и очистных сооружений	70
Кулишевич С. А. Состояние и основные направления использования гидротехнических сооружений Республики Беларусь	74
Кулишевич А. С. Водоснабжение в сельскохозяйственном производстве	77
Кулишевич А. С. Современные конструкции фильтров водозаборных скважин	80
Леганьков Е. В. Оструктурирование дерново-подзолистых легкосуглинистых почв как способ повышения показателей их плодородия	83
Павлович Ю. В. Особенности применения инновационных видов бетона при технической эксплуатации зданий и сооружений	86
Разумовский М. А. Продуктивность кормовых угодий в зависимости от использования бактериальных препаратов и минеральных удобрений	88

Рысев С. С. Современные методы диагностирования закрытой дренажной сети	91
Савин И. Р. Экологическая тенденция загрязнения воды и деградация земель под влиянием антропогенного воздействия на примере Витебской, Могилевской и Гомельской областей.....	96
Самкевич К. В. Современные методы прокладки водоотводящих сетей	101
Смирнова А. А. Особенности орошения дождеванием и капельного полива в Республике Беларусь	105
Сыч О. А. Экологическая тенденция загрязнения и деградации мелиорированных земель	109
Сыч О. А. Объемно-планировочные решения усадебных домов в агрогородках...	112
Сыч О. А. Блокированные усадебные дома.....	115
Тепляков Н. В. Зависимость симбиотической активности многолетних бобовых трав от орошения и минеральных удобрений	118
Фалькович М. Ю. Термическая сушка осадков сточных вод	121
Чикановский А. С. Определение начального коэффициента пористости органической составляющей биогенных грунтов	124
Чикановский А. С. Компрессионная кривая для органической составляющей биогенных грунтов	127
Чикановский А. С. Расчет осадки оснований, сложенных биогенными грунтами, на объекте «Гало-Ковалевское»	131

Научное издание

ИННОВАЦИОННОЕ МЫШЛЕНИЕ
В МЕЛИОРАЦИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ.
ПОИСК МОЛОДЕЖИ

Материалы Республиканской научно-практической конференции
студентов, магистрантов, аспирантов и соискателей

Горки, 4 июля 2024 г.

Редактор *Е. П. Савицц*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*
Ответственный за выпуск *А. С. Кукреши*
Компьютерный набор и верстка *С. Б. Даньковой*

Подписано в печать 30.08.2024. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Гаймс». Усл. печ. л. 8,14. Уч.-изд. л. 7,41.
Тираж 20 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.