

• МЕЛИОРАЦИЯ •

УДК 626.862.91

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫВКИ ДРЕНАЖА В УСЛОВИЯХ ПОЛЕСЬЯ ПРИ ИНТЕНСИВНОМ ЗАОХРИВАНИИ И ЗАИЛЕНИИ

*Э. Н. Шкутов, кандидат технических наук
В. А. Болбышко, кандидат технических наук
А. И. Митрахович, кандидат технических наук
В. П. Иванов, кандидат технических наук*

*РУП «Институт мелиорации»,
г. Минск, Беларусь*

Аннотация. На основе данных, полученных при физическом моделировании промывки полиэтиленовых дренажных труб, оценена эффективность мероприятий по поддержанию работоспособности дренажа. Для исследований использовали образцы ненарушенной структуры, содержащие отложения охры и грунтовых наносов. Материал был отобран из дренажных линий, эксплуатировавшихся 14 лет в условиях интенсивного заиления пылеватыми песчаными грунтами и высокого содержания закисных соединений железа в грунтовых водах.

Ключевые слова: заохривание на фоне заиления, поддержание работоспособности, промывка дренажа.

*E. N. Shkutov, V. A. Bolbyshko, A. I. Mitrakhovich,
V. P. Ivanov*

EVALUATION OF DRAINAGE FLUSHING EFFICIENCY IN POLESIE CONDITIONS IN THE CONDITIONS OF INTENSIVE CONCRETION AND SILTATION

Abstract. On the basis of the data obtained on the physical model of the washing process of samples of polyethylene drainage pipes, an assessment of the effectiveness of the application of the measure to maintain the efficiency of drainage was carried out. In physical modeling, drainage samples with undisturbed deposits of ochre and ground sediments were used, they were selected from drainage lines that had worked for 14 years in conditions of high content of acidic iron compounds in groundwater, against the background of intense silting by dusty sandy deposits.

Keywords: chlorination against siltation, maintenance, drainage.

Введение

Работа выполнена в рамках Государственной программы научных исследований «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» на 2021–2025 годы (подпрограмма «Механизация агропроцессов и "точное" сельское хозяйство», задание 6.20 «Исследование динамики водоприемной способности дренажа при использовании различных видов защитно-фильтрующих материалов и их специальных обработок»).

Существует большое количество исследований и ряд нормативов, касающихся борьбы с заилением и заохриванием дренажа. Имеющаяся база разработок позволяет обеспечить качественное строительство и эксплуатацию дренажных систем [1–4]. Однако до настоящего времени ощущается нехватка нормативных документов, в которых учитывалось бы совместное воздействие на работу дренажа неблагоприятных факторов: например, за-

охривание и заиливание полостей дренажных трубок часто сопровождаются кольматацией защитно-фильтрующих обмоток грунтовыми частицами, что приводит к выбору неверных технических решений при проектировании и, как следствие, быстрому и безвозвратному выходу дренажных систем из строя. Возможные риски распространяются на 8–10 % земель, осушенных дренажем [5]. По экс-

пертным оценкам, площадь, требующая мероприятий по обеспечению долговременной работоспособности дренажа, составляет около 70 тыс. га.

Статья обобщает результаты наблюдений за процессами потерь работоспособности дренажа и обосновывает производственные решения по противодействию комплексу неблагоприятных воздействий.

1. Оценка эффективности и перспектив широкого применения методов борьбы с заохриванием в условиях заиливания дренажа в Беларуси

Все мероприятия по аэрации грунтового слоя в зоне колебания грунтовых вод вблизи дрен и междренья вызывают окисление железистых соединений и выпадение нерастворимых охристых частиц в грунте. Тем самым уменьшается количество растворенных в грунтовых водах закисных соединений железа, которое может выпасть в защитно-фильтрующем материале (ЗФМ) дренажа или в дренажных трубах [1–7].

Глубокое рыхление междренья способствует поступлению воздуха в зону капиллярной каймы и даже к уровню грунтовых вод (УГВ). В результате происходит окисление закисных соединений и их осаждение в почве, снижается содержание железа в воде, поступающей в дрены. Ввиду отсутствия данных об экспериментальной оценке хозяйственной эффективности этого мероприятия в нашей стране авторы провели экспертную оценку на основе общих методических подходов.

Безусловно, глубокое рыхление окажет заметный комплексный эффект на работу дренажа, прежде всего за счет увеличения водопроницаемости прорыхленного слоя. Следует иметь в виду, что эффект последствия длится обычно до трех лет, после чего рыхление необходимо будет периодически повторять. Однако проведение глубокого рыхления возможно только при реализации проекта реконструкции, если оно там предусмотрено. В рамках эксплуатационных работ данный вид работ прямо запрещен постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 10 июля 2009 г. № 920. Поэтому ожидания его широкого применения мало обоснованны – по крайней мере, до внесения изменений в действующую нормативную базу.

Снижение содержания ионов Fe^{2+} в грунтовой воде за счет осаждения охры в почвогрунте обеспечит уменьшение интенсивности кольматации ЗФМ и дренажных труб. Увеличение дренажного стока, характерное для влажных периодов, повышает скорость течения воды, что обеспечит вынос свежих (незатвердевших) охристых и песчаных отложений. Это свидетельствует о возможности частичного самоочищения дренажной системы.

Влияние заохривания придренного грунтового массива на водопроницаемость зависит от вида грунтов в месте закладки дренажа. Изменение гидрологических и гидрохимических условий может спровоцировать возобновление восстановительных процессов, обратный переход отложенной в почве охры в водорастворимые закиси железа и их поступление в ЗФМ и дренажные трубы.

Таким образом, применение глубокого рыхления целесообразно только при реконструкции и наличии обоснования необходимости повышения водопроницаемости грунтового массива вблизи дренажных линий. Снижение интенсивности заохривания следует рассматривать лишь как вероятный дополнительный эффект данного мероприятия.

Внесение извести в почвогрунты. Внесение извести в почвогрунты при глубокой запашке, совмещенной с рыхлением и кротованием, способствует осаждению железа в почвенном профиле и около дрен, что снижает содержание железа в грунтовых водах, поступающих к ЗФМ дренажа и в сами дрены.

Лабораторные и полевые исследования показали, что снижение кислотности среды (известкование) является эффективным методом инициирования выпадения железистых

осадков [3]. Однако широкого применения в Беларуси он пока не получил, что обусловлено высокой стоимостью материалов и логистическими сложностями при организации строительных работ. Кроме того, рядом исследователей были получены отрицательные результаты применения извести [3].

В РУП «Институт мелиорации» также проводились исследования по смежной тематике: оценивалась эффективность внесения негашеной извести в засыпку дренажных траншей на суглинистых слабопроницаемых грунтах с целью повышения водоприемной способности дренажа. Результаты работ показали высокий уровень результативности данного мероприятия в течение трех лет. Однако при последующем обследовании дренажных труб был обнаружен слой извести, что может свидетельствовать о том, что он будет способствовать выпадению охры и в ЗФМ, и в дренажных трубах, что не соответствует первоначальной задаче. Процессы восстановления закисных соединений железа в засыпке дренажных траншей освещены преимущественно в зарубежной научной литературе [3].

Таким образом, приведенные аргументы не дают достаточных оснований для расширения масштабов использования извести в Беларуси.

Применение объемных фильтров дренажа в зоне колебания УГВ инициирует кольматацию охристыми соединениями элементов конструкции, расположенных вне дренажной трубы. Предлагаемое решение применимо исключительно при реконструкции систем и не затрагивает вопросы их эксплуатации. Желательно использовать бактерицидные свойства материалов фильтров (опилки, щепу древесно-кустарниковой растительности, солому и др.) и объемные фильтры, которые, как правило, характеризуются повышенным коэффициентом фильтрации и увеличенным объемом пор по сравнению с уплотненными грунтами.

К этому же типу мероприятий относится использование в качестве объемного фильтра древесных опилок и щепы. Однако при разложении древесины в дренажные воды выделяются фенол и танины. Такие воды токсичны для рыб при концентрации фенолов от 10 до 200 мг/л. В ходе опытов превышения опасных концентраций не зафиксировано, но интенсивная окраска и присутствие токсичных сое-

динений в дренажном стоке ограничили широкое внедрение данной технологии.

В мелиоративном строительстве Беларуси не нашли широкого применения проектные решения с использованием объемных фильтров для противодействия заохриванию. Однако общепризнано, что это увеличивает водоприемные возможности дренажа.

Вместе с тем при современном уровне обеспечения строительства эффективными материалами для ЗФМ, а также при наличии развитых технологий и нормативов их подбора широкий переход мелиоративного строительства Беларуси на объемные фильтры маловероятен.

Обеспечение выноса охристых соединений водным потоком из дренажа. Вынос охристых соединений из дренажа – простой, хотя и не всегда эффективный метод, основанный на транспортировке железистых осадков до их затвердевания. Традиционным методом является проектирование завышенных уклонов (более 0,4 % для частично заполненных дрена), более современным и эффективным решением – импульсный сброс дренажного стока, при котором в коллекторе искусственно создаются повторяющиеся попуски повышенного расхода, чтобы обеспечить вынос отложений из дренажных коллекторов.

Достоверно установлено, что охристая плёнка прилипает к пластмассовой поверхности дренажных труб сильнее, чем к поверхности керамических труб, и может закрывать перфорационные отверстия дренажных труб. В ходе исследования РУП «Институт мелиорации» зафиксированы случаи интенсивного зарастания перфорации дренажных труб охристыми отложениями. Дренаж прекращал работать уже при очень небольшом слое наносов в трубах.

Преодоление интенсивного заиливания дренажных труб требует увеличения продольного уклона до 10–20 мм/м (0,01–0,02) в зависимости от степени заполнения сечения. Однако на равнинных и слабоволнистых рельефах, характерных для осушаемых земель Беларуси, обеспечение таких уклонов технически затруднительно. Для устранения такого препятствия предлагаются пока не получившие широкого применения различные вари-

анты устройств и сооружений для организации импульсного режима стока.

РУП «Институт мелиорации» предложил следующий вариант самопромывки дренажных систем на малоуклонных землях Полесья (0,0003–0,0006): метод основан на использовании открытых водоприемных колодцев, обеспечивающих импульсный режим подачи воды за счет аккумуляции и интенсивной подачи в дренаж поверхностных ливневых или талых вод. Также ранее были предложены варианты систем с одиночными дренами, выходящими в водоподающие и водопринимающие каналы. При создании напора в водоподающей сети происходит подача повышенных расходов в дренах, что обеспечивает повышенный вынос мелких частиц в открытую сеть.

Для уточнения проектных параметров и обеспечения эффективной борьбы с потерей работоспособности дренажа вышеупомянутые конструкции нуждаются в дополнительных исследованиях и производственной проверке. Природные условия Полесья, вероятно, окажутся малопригодными для обеспечения требуемых уклонов дренажных линий.

Затопление устьев дренажных трубопроводов. Одним из признанных способов замедления образования нерастворимых охристых отложений является ограничение доступа кислорода во внутренние полости дренажных систем. Постоянное подтопление устьев дренажных коллекторов теоретически обеспечивает снижение аэрации, для чего применяются специальные конструкции устьев, поддерживающие заданный уровень затопления труб.

Опыт исследования экспериментальных дренажных систем с подтопленными устьями в Финляндии показал их эффективность [8], однако широкое применение данного подхода было ограничено вследствие значительных уклонов территории. В то же время текущие исследования, в том числе и нашего института, ставят под сомнение практическую эффективность названного приема. Установлено, что в типичных условиях мелиоративных объектов центральной части Полесья затруднительно обеспечить круглогодичное затопление устьев коллекторов. С другой стороны, при постоянном подтоплении наблюдается интенсивное

отложение железистых соединений и ила по всей внутренней поверхности устьевой части труб, а не только на ее дне. В то же время у обследованных образцов при свободном (неподтопленном) истечении дренажного стока заохриванию подвержена лишь зона переменного уровня воды в трубе, а более высокие скорости (по сравнению с работой в подпоре) течения способствуют выносу отложений в канал, что в любом случае снижает количество отложений и несколько повышает работоспособность дренажа.

Несмотря на предпринятые при строительстве опытного участка меры по обеспечению постоянного подтопления устьев одиночных дрен, полностью изолировать их полости от доступа кислорода не удалось. В зонах подпора скорость течения падала и происходило более интенсивное отложение охры и ила. В связи с этим данный технический прием представляется в условиях Полесья труднореализуемым на практике.

Использование кислот. Для размягчения и удаления плотных железистых отложений дренажные трубы заполнялись 10%-м раствором соляной кислоты в течение 10 часов и затем промывались водой. Установлено, что эффективность растворения охристых отложений в верхней части труб ниже из-за их высокой плотности и повышенного содержания железа. Однако, несмотря на результативность, этот метод признан – из-за согласований с природоохранными структурами – капиталоемким и труднореализуемым уже на этапе проектирования, что ограничивает его применение.

Внесение бактерицидных материалов в дренажную траншею. Около 80–90 % железа осаждается в дренажных трубах из-за жизнедеятельности бактерий, поэтому для снижения интенсивности отложений целесообразно создавать бактерицидную среду внутри ЗФМ и труб.

В Финляндии железистые соединения часто заиливают дренаж практически во всех типах грунтов, поэтому ученые этой страны проводили интенсивные исследования и обобщали мировой опыт по борьбе с данной проблемой [8]. Так, было выявлено, что на интенсивность образования трехвалентного железа влияют общая кислотность среды,

содержание кислорода, а также присутствие гуминовой и кремниевой кислот. Последние, будучи гидрофобными коллоидами, способствуют образованию гуматов железа и соединений железа с кремниевой кислотой, что увеличивает вязкость жидкости и уменьшает скорость ее течения в дрене, что, в свою очередь, вызывает усиленную коагуляцию железистых соединений.

Хорошие результаты показали эксперименты с использованием медной проволоки диаметром 4 мм, протянутой внутри дрены [8]. По мнению финских ученых, медь выступает не как бактерицидное средство, а участвует в электрохимической реакции: гидроксид меди – в зависимости от концентрации гуминовой кислоты – может сдерживать или стимулировать выпадение железистых соединений, что актуально для почв, богатых гумусом (торфяников и постторфяных почв). Однако наши расчеты показали, что стоимость одной жилы медной проволоки составит 405–810 руб/га, что экономически неэффективно для условий Беларуси.

Другим вариантом требуемого воздействия на заохривание является применение мелкодисперсного порошка серного колчедана (по методу А. Е. Касьянова¹), который можно условно определить как метод использования ингибиторов для защиты дренажа.

Данная технология предусматривает внесение на придренных участках шириной 3–4 м около 40–60 г/м порошка серного колчедана (размер частиц 0,02–0,05 мм) в полость кротовин или следа от рыхлителя. По сравнению с традиционными методами рекомендуемый способ снижает интенсивность отложения окиси железа в дренах на 24 % и экологически безопасен. Этот же исследователь предлагает вносить мелкодисперсный порошок торфяной золы сухого удаления на поверхность обработанного поля в основание гребня с последующей его отсыпкой². Это расширяет функциональные возможности способа гребневания за счет создания условий для подавления жизнедеятельности железобактерий, способ-

ствующих заохриванию дренажа, а также снижает интенсивность заохривания дренажа на 31 %. Метод осуществляют следующим образом: поверхность дренируемого поля выравнивают комбинированным агрегатом РВК-3,6; окучником КОН-2, снабженным устройством для равномерного полосового внесения мелкодисперсного порошка, вносят мелкодисперсный порошок торфяной золы сухого удаления, а затем формируют гребень высотой 20–25 см и шириной 30–35 см.

Далее осуществляют стандартный комплекс агротехнических работ. Дрены отводят избыточную влагу, перемещая частицы золы (размером 0,1–0,4 мм) в придренную зону. За счет высокого содержания карбоната кальция (40–45 %) зола подавляет жизнедеятельность железобактерий, прекращая заохривание дрена. Фракция 0,1–0,4 мм является оптимальной, так как более мелкие частицы повышают трудоемкость без улучшения распределения, а более крупные снижают равномерность внесения.

Дозировка внесения торфяной золы сухого удаления (40–96 кг/га) дифференцируется в зависимости от гранулометрического состава почвы и содержания закисного железа в дренажном стоке. Меньшие нормы (40 кг/га) рекомендованы для легких почв при концентрации $Fe^{2+} < 4$ мг/л, большие (96 кг/га) – для тяжелых почв при $Fe^{2+} > 6$ мг/л. Исследования А. Е. Касьянова показали, что применение золы снижает интенсивность заохривания дрена с 49 до 18 %, обеспечивая эффективность в 31 %. Предложенный способ гребневания, включающий нанесение порошка золы в основание гребня, расширяет функциональные возможности мелиоративных мероприятий и существенно снижает заохривание дренажа.

Известен ряд технических решений по использованию выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания¹. В частности, для защиты горизонтального дренажа от заохривания в полость трубы подают отработанные газы. Наиболее эффективный и новый способ – это одновременная подача в полость

¹ Способ защиты горизонтального закрытого дренажа от заохривания: пат. RU E02B 11/00 F16L 58/00. № 2527044 / А. Е. Касьянов. Опубл. 27.08.2014.

² Способ защиты горизонтального закрытого дренажа от заохривания: пат. RU МПК E02B 11/00. № 2672380 / А. Е. Касьянов. Опубл. 14.11.2018.

дрены выхлопных газов и мелкодисперсного порошка угольной (или буроугольной) золы ТЭС, содержащего не менее 28 мг/кг меди. Порошок золы (угольной и/или буроугольной) уносится с потоком выхлопных газов и поступает на внутреннюю поверхность и в щели дренажных труб. Содержащиеся в золе медь и карбонат кальция блокируют бактериальное превращение соединений железа в нерастворимые формы, что приводит к гибели железобактерий и прекращению процесса заохривания. Изобретение снижает интенсивность заохривания дренажа на 42 % по сравнению с аналогами.

Данный способ осуществляют следующим образом. Устье дрены закрывают заглушкой, оснащенной патрубком с отводом, вентилем и дозаторной емкостью. Патрубок соединяют шлангом с выхлопной трубой трактора для подачи газов в полость дрены. Дозаторную емкость заполняют мелкодисперсным порошком золы (угольной или буроугольной), после чего открывают вентиль. Инжекция газового потока обеспечивает подачу порошка в дренаж. Подачу газов прекращают после завершения опорожнения дозаторной емкости. На сегодняшний день метод проходит стадию исследования эффективности в различных ус-

ловиях. Условием эффективности является наличие вблизи мелиоративных объектов запасов угольной или буроугольной золы, которую необходимо утилизировать. Таких мест в Республике Беларусь не так много, чтобы можно было рассчитывать на широкое применение этого предложения.

Эксплуатационная промывка дренажных труб. В течение длительного жизненного цикла дренажа коллекторы могут неоднократно промываться для уменьшения степени заполнения внутреннего сечения. Несмотря на простоту, это самый эффективный на сегодня способ поддержания работоспособности системы.

Промывка под напором небольших осушительных систем дает хорошие результаты в случае «свежих», не затвердевших отложений. Одиночные дрены легче промываются, чем, например, системы типа «рыбья кость». Регулярность промывки через 2–3 года обеспечивает требуемый уровень работоспособности дренажа на большинстве коллекторов [9].

Ниже представлены результаты лабораторной оценки эффективности промывки дренажа, проработавшего 14 лет в условиях сульфидных грунтов и повышенного содержания закисных соединений железа.

2. Моделирование влияния промывки на водопримную способность дренажа после 14 лет эксплуатации в неблагоприятных условиях

В РУП «Институт мелиорации» для уточнения эффективности промывки как метода восстановления работоспособности заохривных дренажей (в условиях длительной эксплуатации на сульфидных грунтах с повышенным содержанием закисного железа) была модифицирована специальная установка для моделирования процесса с заданными параметрами [9]. Общий вид установки и процесса промывки приведен на рис. 1.

Промывку испытывали при однократном проходе промывочной головки на метровых образцах дренажных труб, отобранных с опытного участка с сохранением ненарушенной структуры слоя наносов с охрой. Конструкция промывочной головки и параметры подачи воды были подобраны для имитации рабочих режимов машины УПД-120 [9]. В ходе эксперимента фиксировались расход воды и продолжительность промывки образца. Для определения массы

удаленных из внутренней полости наносов проводилось взвешивание образца дренажной трубы до и после промывки. Разница соответствовала массе удаленных наносов из внутренней полости образца.

В результате анализа и обобщения результатов лабораторных и полевых исследований оценена эффективность предложенных вариантов. В частности, на основе физического моделирования изучено влияние промывки на восстановление водопримной способности дренажа на Полесской полевой опытной станции (ПОС). Эксперименты выполнены для условий 14-летнего заохривания на фоне сульфидного заиливания пылеватыми частицами. Общий вид внутренней полости образцов до и после промывки приведен на рис. 2. Масса удаленных наносов при исследуемом режиме промывки, отнесенный к погонному метру трубы коллектора, представлена в табл. 1.

Таблица 1. Определение массы промытых наносов из образцов заиленных дрена на ОПУ ПОС* Лунинецкого р-на Брестской обл.

Масса дренажных труб ($L = 40$ см) до и после промывки			Удалено наносов, г
№ образца	Масса до промывки, г	Масса после промывки, г	
103	892,30	633,40	258,90
109	453,69	409	44,69
111	1237,20	682,25	555
113	1037,28	686,68	350,60
114	529,15	479,16	50

*ОПУ ПОС – опытно-производственный участок Полесской опытной станции.



1



2



3

Рис. 1. Установка для моделирования промывки дренажа:
1–2 – общий вид элементов установки; 3 – процесс моделирования промывки



Труба 109 – до промывки



Труба 109 – после промывки



Труба 113 – до промывки



Труба 113 – после промывки

Рис. 2. Общий вид образцов дренажных труб после 14 лет эксплуатации в неблагоприятных условиях (суффозионные грунты, высокое содержание закисного железа в грунтовых водах)

Промывка образцов дренажных труб осуществлялась штатной промывочной насадкой устройства промывки дренажа УПД-120. Параметры струи соответствовали параметрам этой установки: расход воды составлял 1,5–2 л/с при давлении 1 МПа [9]. В течение 2–3 секунд промывочная насадка проходила через образец дренажной трубы и с такой же скоростью возвращалась обратно.

В ходе однократной промывки труб на опытном участке при помощи дренопромывочной машины масса удаленных отложений

(охристые соединения с песчанистыми наносами) составила от 111 до 1387 г/м. Результаты визуального осмотра подтверждают высокую эффективность однопроводного режима: отмечено значительное улучшение состояния внутренней полости дрен (рис. 2).

На рис. 3–5 представлены графики изменения водоприемной способности (дебита) в объемных показателях от напора (метровой трубы): в заиленном состоянии, после промывки, в исходном состоянии сразу после закладки дренажа. Приведены материалы

по дренам: 3ФМ дрены № 109 выполнены с использованием нетканого геотекстильного полотна из полипропиленовых волокон Typar® SF (Typar® SF, класс 27, производитель – DuPont, США); 3ФМ дрены № 113 выполнены с использованием нетканого термообработанного полотна из полипропиленовых волокон ПНМ-ППВ-Т-150 (без гидрофильной добавки; производитель – ОАО «ПИНЕМА», г. Пинск).

На рис. 5 приведена относительная оценка водоприемной способности образцов труб до и после промывки, выраженная в процентах относительно контрольных значений (чистая труба), и показателей 3ФМ сразу после закладки дренажа (стандарт).

В среднем до промывки водоприемная способность дрены № 109 составляла 35,6 % от исходной, зафиксированной сразу после закладки, при чистой трубе и 3ФМ. После проведения промывки этот показатель увеличился

до 45,8 %, обеспечив прирост эффективности на 10,2 процентных пункта.

Исследовались следующие состояния образцов дрена: сразу после закладки (стандарт); заиленная дрена после 5 (экспедиционно) и 14 лет работы (по всем вариантам 3ФМ) в условиях заохривания и заиления суффозионными частицами; дрена после промывки наносов в дрене, одним проходом дренапромывочной головки.

Водоприемная способность дрена для опытных образцов увеличилась на 10–16 % от показателей стандарта (новой заложеной трубы с незакольматированным 3ФМ). Объекты исследования – дренажные трубы в различных состояниях: 1) исходном (стандартные образцы сразу после закладки); 2) после 5 и 14 лет эксплуатации в условиях заохривания и кольматации суффозионными частицами (для всех вариантов 3ФМ); 3) после однократной промывки дренапромывочной головкой.

3. Оценка динамики водоприемной способности дренажных линий опытного участка ПОС до и после промывки

В лабораторных условиях определялась водоприемная способность заиленных и заохренных образцов дренажа с различными видами 3ФМ. Результаты сравнивались с водоприемной способностью эталонного образца (чистой трубки с чистым слоем 3ФМ).

Разница в показателях водоприемной способности между стандартом и текущим состо-

янием служит объективным критерием потери работоспособности дренажа. На ОПУ ПОС в 2017, 2024 и 2025 гг. проводился отбор образцов дренажных труб с сохранением слоя заиления и заохривания. Фрагменты результатов анализа этих образцов, дополненные данными об изменении водоприемной способности после однократной промывки, приведены на рис. 6.

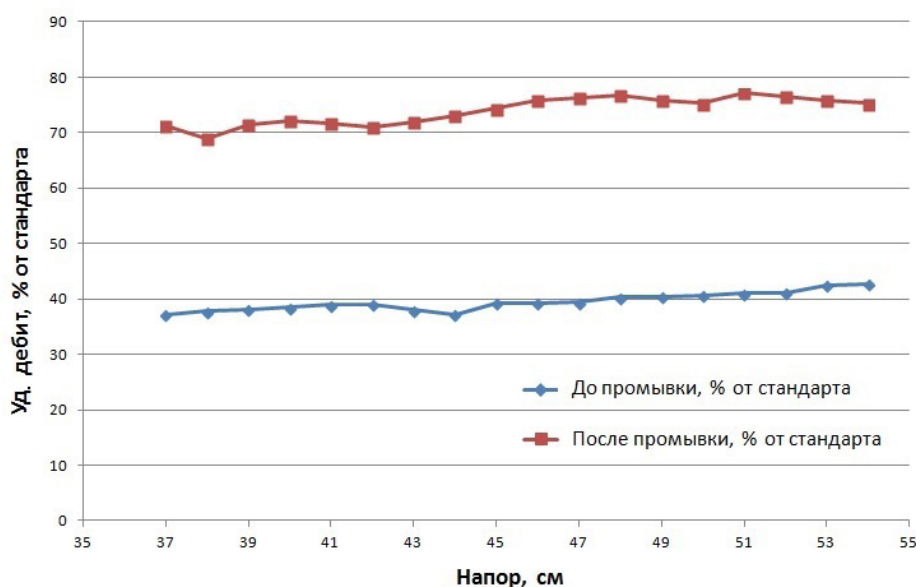


Рис. 3. График зависимости дебита от напора для дрены 109 (3ФМ – Typar-27, метровый отрезок) на опытном участке ПОС (Лунинецкий р-н)

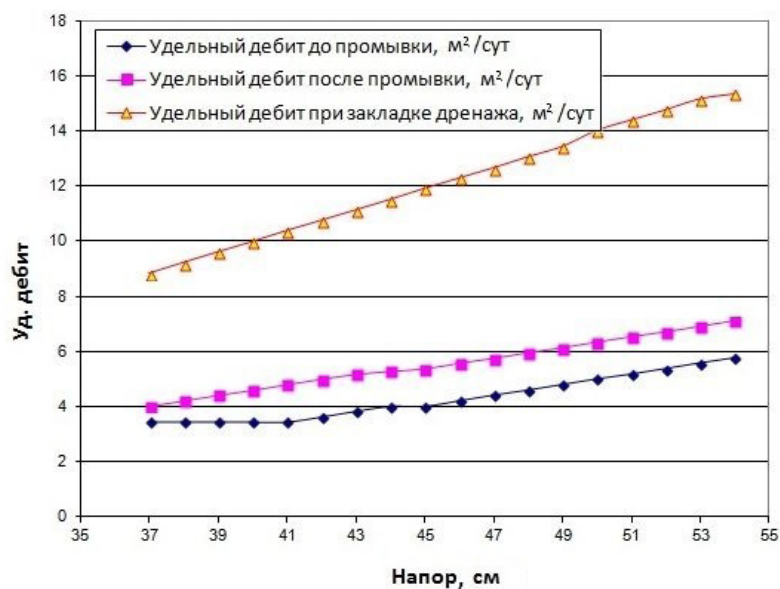


Рис. 4. График зависимости дебита от напора для дрена 113 (ЗФМ – Пинема-Т-150, метровый отрезок) на опытном участке ПОС (Лунинецкий р-н)

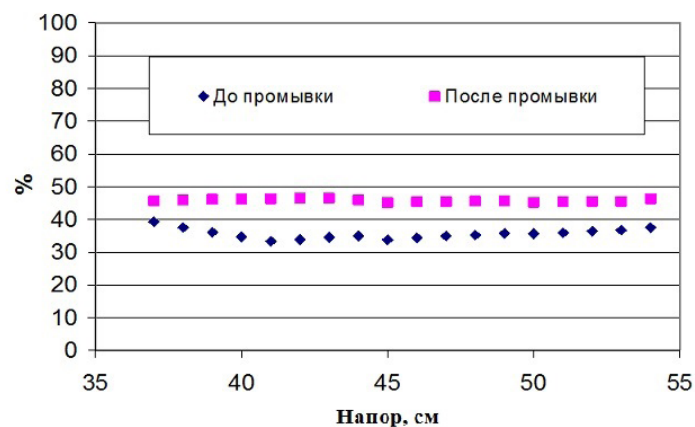


Рис. 5. Водоприимная способность дрена № 109 до и после промывки (в % от проектной способности при закладке)

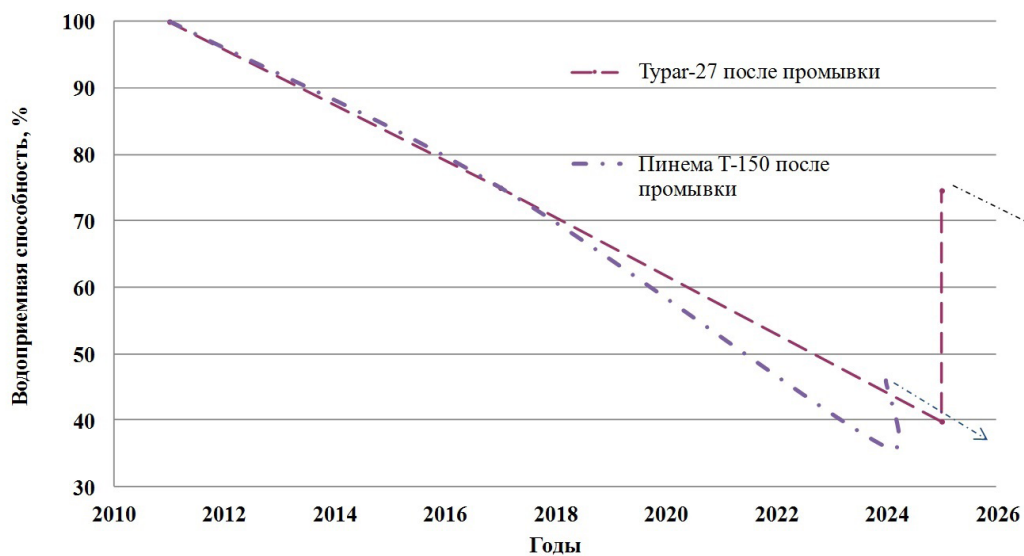


Рис. 6. Динамика изменения водоприимной способности дренажа в неблагоприятных условиях (заиление и заохривание) и ее восстановление после имитации промывки

Снижение водоприемной способности дренажа происходило по зависимости, близкой к линейной (4–5 % в год от водоприемной способности эталона). По нашим наблюдениям, снижение этого параметра до 38–40 % от эталона все еще обеспечивает приемлемое качество водного режима в условиях ОПУ

ПОС. Промывка (даже в один проход) позволяет повысить водоприемную способность на 10–35 % от эталона.

Можно заключить, что в условиях ОПУ ПОС промывка эффективно поддерживает требуемую кондицию дренажа и заданный водный режим.

Выводы

1. Из всех известных способов поддержания работоспособности дренажа в неблагоприятных природных условиях (заохривание и закупорка мелкоземом) его периодически повторяемая промывка – самый эффективный эксплуатационный метод.

2. На специально построенном опытно-производственном участке Полесской опытной станции в условиях повышенного содержания закисных соединений железа в грунтовых водах и склонности грунтов к закупориванию внутренних полостей коллекторов минеральными частицами дренаж в виде одиночных дрен увеличенного диаметра на протяжении 14 лет обеспечивал приемлемый водный режим. При этом ежегодная потеря водоприемной способности составляла 4–5 % от эталон-

ного значения. В условиях ОПУ ПОС система функционировала эффективно даже при потере 60–62 % первоначальной водоприемной способности, поддерживая водный режим, приемлемый для интенсивного сельскохозяйственного производства.

3. Промывка дренажа (даже в один проход) восстановила водоприемную способность до уровня, актуального 2,5–8 лет назад. Достигнутые показатели обусловлены совокупностью природных факторов ОПУ ПОС. В других условиях показатели эффективности могут отличаться, тем не менее природные условия Полесской опытной станции считаются типичными для центральной части Припятского Полесья. Следовательно, выводы данной работы репрезентативны для значительных площадей региона.

Список использованных источников

1. Шкутов, Э. Н. Рекомендации по проектированию и возведению мелиоративных систем и сооружений / Э. Н. Шкутов, В. М. Макоед, А.И. Митрахович. – Мн. : Институт мелиорации, 2019. – 99 с.
2. Митрахович, А. И. Рекомендации по применению геотекстиля ТУРАР®SF в качестве защитно-фильтрующего материала полиэтиленового дренажа в мелиоративном строительстве / А. И. Митрахович, В. М. Макоед, А. П. Сергеева. – Мн. : РУП «Институт мелиорации», 2019. – 52 с.
3. Кунце, Г. Загрязнение почвы железом и заохривание труб / Г. Кунце ; под ред. Ф. Р. Зайдельмана ; пер. с англ. А. Ю. Конкина. – М. : Агропромиздат, 1986. – 103 с.
4. Митрахович, А. И. Рекомендации по применению полимерных материалов для защиты дренажа от заиливания в различных почвенно-грунтовых условиях / А. И. Митрахович, И. Ч. Казьмирук. – Мн. : РУП «Институт мелиорации», 2019. – 65 с.
5. Шкутов, Э. Н. Из истории исследований процессов заохривания дренажных труб / Э. Н. Шкутов, А. И. Митрахович, В. П. Иванов // Мелиорация. – 2025. – № 2. – С. 24–31.
6. Зонн, С. В. Железо в почве / С. В. Зонн. – М. : Наука, 1982. – 207 с.
7. Маслов, Б. С. Заиливание дренажей железистыми отложениями: природа и способы борьбы / Б. С. Маслов // Гидротехника и мелиорация. – 1972. – № 10. – С. 34–42.
8. Опыты финских мелиораторов по предотвращению заиливания дренажа (по материалам ЦБНТИ) // Научно-техническая информация. Мелиорация и водное хозяйство : сб. ст. / М-во мелиорации и вод. хоз-ва. – М., 1971. – № 2. – С. 9.
9. Анженков, А. С. Оценка воздействия насадок на поток пульпы при гидродинамическом способе очистки дренажа / А. С. Анженков, В. А. Болбышко // Мелиорация. – 2023. – № 1. – С. 5–10.