

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДРЕНАЖНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

В. М. Макоед, ведущий научный сотрудник
А. И. Митрахович, кандидат технических наук

РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Беларусь

Аннотация

Приводятся данные по техническому состоянию дренажных коллекторов мелиоративных систем, выполненных из асбестоцементных и железобетонных труб большого диаметра (0,3–0,6 м) с площадью обслуживания 87–94 га. Обследовались коллекторы после 7 и 47 лет их эксплуатации, определялись состояние внутренней поверхности труб, величина заиливания и причины, обуславливающие его. Выявлено низкое качество строительства, в ходе которого допускались смещение стыков труб и их плохая герметизация. Однако исследованные коллекторы работоспособны даже при существующем состоянии. Следовательно, вместо отдельных открытых каналов возможно применять полимерные трубы большого диаметра с герметичными соединениями на объектах реконструкции.

Ключевые слова: осушительно-увлажнительные системы, дренаж, коллектор большого диаметра, тип водного питания, шлюзование, заиливание труб, смотровой колодец, открытый канал.

Abstract

V. M. Makoed, A. I. Mitrakhovich

ASSESSMENT OF THE TECHNICAL CONDITION OF DRAINAGE COLLECTORS LARGE DIAMETER ON RECLAMATION SYSTEMS BELARUSIAN POLESIE

Data on the technical condition of drainage collectors of reclamation systems made of asbestos-cement and reinforced concrete pipes of large diameter (0.3–0.6 m) with a service area of 87–94 hectares have been given. Collectors were examined after 7 and 47 years of their operation, the condition of the inner surface of the pipes, the amount of siltation and the reasons for it have been determined. The low quality of construction has been revealed, during which the displacement of pipe joints and their poor sealing have been allowed. However, the studied collectors are operable even with the existing condition. Therefore, it is possible to use large-diameter polymer pipes with sealed connections at reconstruction facilities instead of separate open channels.

Keywords: drainage and humidification systems, drainage, large-diameter collector, type of water supply, locking, silting of pipes, manhole, open channel.

Введение

Согласно действующей в Республике Беларусь концепции развития гидротехнической сельскохозяйственной мелиорации улучшение влагообеспеченности сельскохозяйственных земель должно повышать эффективность их использования и проводиться при минимально возможном изменении естественного водного режима с применением ресурсосберегающих технологий водорегулирования. Это означает, что важно соблюдать оптимальное соотношение между осушительным и увлажнительным воздействием мелиоративных систем с учетом потребностей растений и обе-

спечивать условия для эффективной работы сельскохозяйственной техники.

В рамках концепции необходимо искать новые решения по конструкциям осушительно-увлажнительных систем и технологиям их эксплуатации, применяя уже испытанные в производственных условиях конструкции мелиоративной сети и сооружений на ней с учетом положительного опыта их эксплуатации. Это относится и к внедрению сейчас в практику проектирования применения труб большого диаметра. Они заменяют отдельные открытые каналы, что позволяет уменьшить

контурность полей, улучшить условия работы широкозахватной сельскохозяйственной техники и рационально использовать освободившиеся дополнительные площади под сельскохозяйственное производство.

Потери полезной площади под открытыми каналами превышают в Беларуси 3 % (более 3 га на 100 га) мелиорированной площади [1].

Возможность и целесообразность применения новых конструкций осушительно-увлажнительных систем с использованием полимерных труб большого диаметра обусловлены значительной протяженностью открытой сети каналов на функционирующих мелиоративных объектах страны, где отдельные каналы на проводящей сети могут быть заменены полимерными трубопроводами. Это увеличит размер площадей и повысит производительность широкозахватной техники в растениеводстве. В табл. 1–4 приведены данные по сети каналов из Прил. 4 к приказу № 106 Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 29.04.2023 г.

Краткая характеристика осушительно-увлажнительной системы «Молотковичи»

Проект осушительно-увлажнительной системы «Молотковичи» разработан проектным институтом «Полесьегипроводхоз» [6]. Объект введен в эксплуатацию в 1976 г. и находится в надпойменной террасе р. Пины (рис. 1). Территория представляет собой зандровую равнину, сложенную песчаными и торфяными отложениями. В средней части к системе примыкают облесенные песчаные бугры и гряды.

Структура почвенного покрова объекта весьма неоднородна и включает в себя как торфяно-болотные почвы, занимающие самые низкие участки рельефа, так и минеральные супесчаные почвы. С глубины 1,2 ÷ 2,5 м по всей территории залегают пески с примесью гравия и гальки (более подробное описание данных почв и их водно-физических свойств см. в [7]).

Аналогичные почвенные сочетания широко распространены в пределах Белорусского Полесья [8].

Водное питание на торфяных почвах преимущественно атмосферное, на минеральных –

Особенно актуально такое совершенствование конструкции мелиоративных систем при осушении легких почв в условиях Белорусского Полесья, где эффективная альтернатива горизонтальному дренажу пока отсутствует.

Впервые крупные дренажные системы с водосборной площадью до 100 га начали строить за рубежом (в частности, в США), где диаметр железобетонных коллекторов достигал 1,0 м [2]. В СССР дренажные системы с применением бетонных и железобетонных труб диаметром 30, 40 и 50 см строились в 1960-х гг. в Литовской, Латвийской и Эстонской ССР [3, 4], а на территории Беларуси крупные дренажные системы с коллекторами аналогичного диаметра внедряли в 1970-х гг. преимущественно в регионе Полесья. Так, наиболее крупные мелиоративные системы с подобными коллекторами построены в Пинском р-не Брестской обл. на объекте «Молотковичи» площадью 228 га [5] и в Петриковском р-не Гомельской обл. на объекте «Новоселки» площадью 206 га.

смешанное. Избыточное увлажнение почвы возникало вследствие высокого расположения уровней грунтовых вод. Основной метод осушения земель на данной системе состоял в ускорении внутрипочвенного и поверхностного стока, который осуществлялся систематическим гончарным дренажем с устройством в понижениях рельефа колодцев-поглотителей.

На мелиоративной системе отдельные участки территории имеют разный тип водного питания: одни – атмосферный, другие – смешанный с атмосферным + приток поверхностных вод, третьи – с атмосферным питанием + приток грунтовых вод. В связи с этим при проектировании возникла необходимость планирования разных способов увлажнения на разных участках системы с учетом их водообеспеченности.

Увлажнение на системе осуществлялось тремя способами: дождеванием на площади 60 га, предупредительным шлюзованием (25 га), шлюзованием с гарантированным водоисточником (148 га).

Таблица 1. Межхозяйственные осушительно-увлажнительные системы

Наименование области	Протяженность открытой сети каналов, км	Сооружения на открытой сети, шт.			всего
		шлюзы-регуляторы	трубы-регуляторы	трубы-переезды	
Брестская	31 690,7	350	7110	9788	19 381
Витебская	0	0	0	0	0
Гомельская	19 886,3	566	5221	6117	13 175
Гродненская	5335,6	97	556	1451	2456
Минская	9270,0	278	2490	2449	5935
Могилевская	236,6	0	43	59	105
Итого	66 419,2	1291	15 420	19 864	41 052

Таблица 2. Межхозяйственные осушительные системы, расположенные на землях сельскохозяйственного назначения

Наименование области	Протяженность открытой сети каналов, км	Сооружения на открытой сети, шт.			всего
		шлюзы-регуляторы	трубы-регуляторы	трубы-переезды	
Брестская	617,0	2	53	149	229
Витебская	22 625,3	71	200	12 347	15 065
Гомельская	53,5	1	14	32	47
Гродненская	11 700,8	114	784	4576	6343
Минская	21 530,0	392	3894	6360	12 349
Могилевская	12 999,9	272	814	4659	7135
Итого	69 526,5	852	5759	28 133	41 168

Таблица 3. Внутрихозяйственные осушительно-увлажнительные системы, расположенные на землях сельскохозяйственного назначения

Наименование области	Общая площадь осушенных земель, га	С двухсторонним регулированием водного режима, га	Протяженность открытой сети каналов, км	Сооружения на открытой сети, шт.				всего
				шлюзы-регуляторы	трубы-регуляторы	трубы-переезды	шлюзы-регуляторы	
Брестская	711 569,5	276 440,3	8467,3	8	624	3716	8	5997
Витебская	0	0	0	0	0	0	0	0
Гомельская	521 871,0	521 082,0	10 959,7	3	2206	4233	3	7656
Гродненская	96 202,7	96 290,4	0	0	0	0	0	23
Минская	173 223,0	173 223,0	97,0	3	25	31	3	101
Могилевская	3594,0	3594,0	0	0	0	0	0	0
Итого	1 520 007,6	646 118,1	19 524,0	14	2855	7980	14	13 777

Таблица 4. Внутрихозяйственные осушительные системы, расположенные на землях сельскохозяйственного назначения

Наименование области	Кол-во систем, шт.	Общая площадь осушенных земель, га	С двухсторонним регулированием водного режима, га	Протяженность открытой сети каналов, км	Сооружения на открытой сети, шт.				всего
					шлюзы-регуляторы	трубы-регуляторы	трубы-переезды	шлюзы-регуляторы	
Брестская	45	12 965,8	125,4	341,8	0	14	138	0	178
Витебская	1	549 159,0	0	0	0	0	0	0	0
Гомельская	12	3098,0	0	97,6	0	10	14	0	39
Гродненская	649	215 800,1	2759,6	0	0	0	0	0	4
Минская	656	459 181,0	0	833,0	0	31	200	0	373
Могилевская	20	296 692,0	13 865,0	49,2	0	1	7	0	8
Итого	1383	1 536 895,9	16 750,0	1321,6	0	56	359	0	602

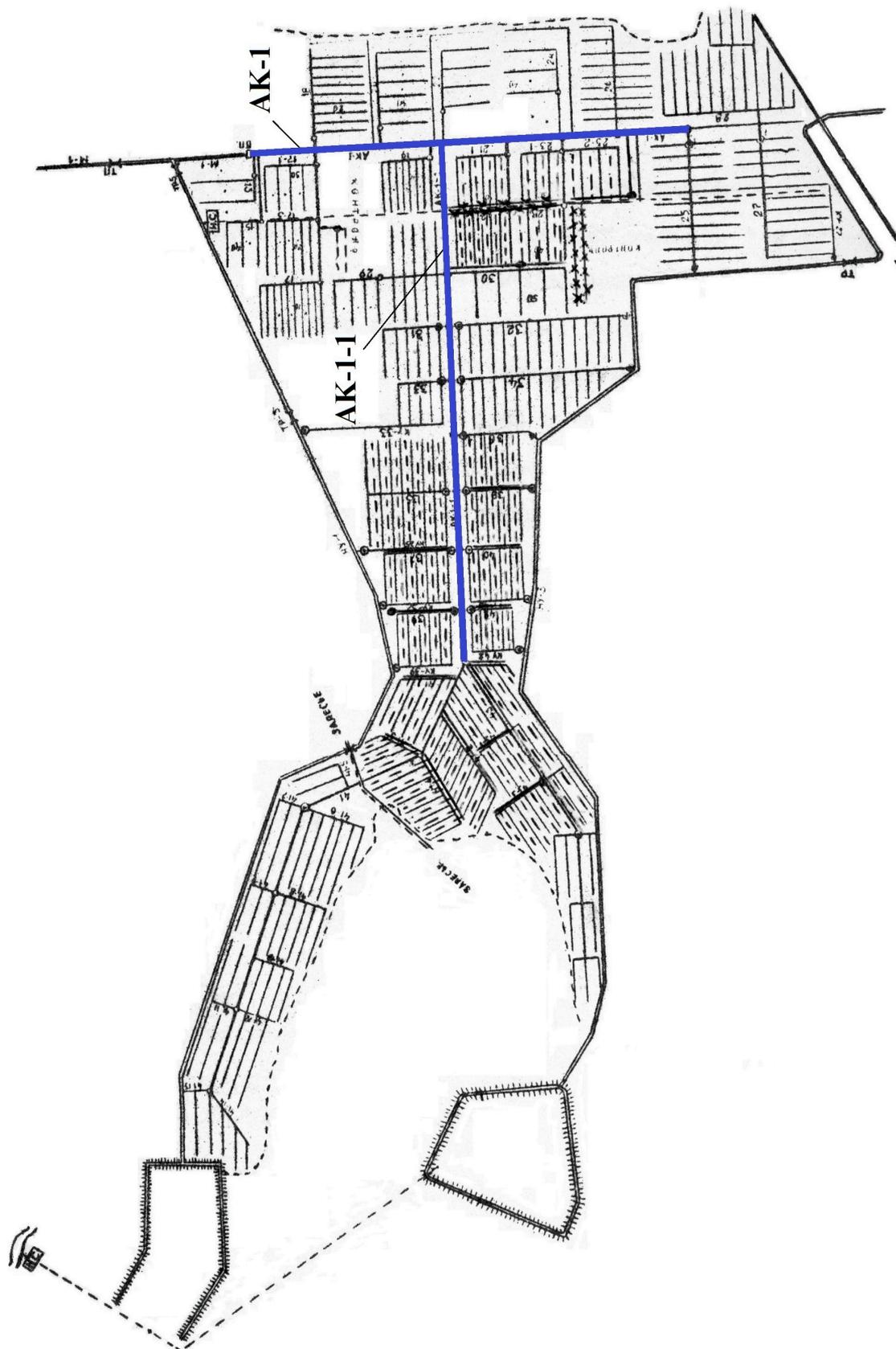


Рис. 1. Осушительно-увлажнительная система «Молотковичи» Пинского р-на Брестской обл. с дренажными коллекторами АК-1-1 и АК-1 из труб большого диаметра

Для дождевания использовалась дождевальная установка «Волжанка».

Предупредительное шлюзование выполнялось путем аккумуляции местного стока трубами-регуляторами, накоплением воды в каналах с последующей подачей в дренажную сеть. Шлюзование с гарантированным водоисточником осуществлялось путем подачи воды из прудов в каналы-увлажнители и далее – в устья коллекторов-осушителей или в верховья дрен через коллекторы-увлажнители. Для регулирования уровней грунтовых вод на дренажной системе в устьях и верховьях коллекторов запроектированы колодцы-регуляторы. Площадь зеркала прудов составляла 17,2 га с полезной емкостью около 3 га (303,6 тыс. м³).

На мелиоративной системе вместо открытых каналов были построены закрытые кол-

лекторы большого диаметра АК-1-1 из асбестоцементных труб диаметром 291–482 мм протяженностью 1300 м и АК-1 диаметром 338–600 мм (1235 м), в том числе из железобетонных труб диаметром 600 мм длиной 490 м с подключением на каждом трубопроводе дренажных систем через железобетонные смотровые колодцы.

Коллектор АК-1-1 с водосборной площадью 94,3 га выполнен с уклоном 0,002 длиной 650 м и с уклоном 0,001 с такой же длиной; водосборная площадь коллектора АК-1 – 87,1 га, длина 1235 м, уклон 0,0005.

Для исследования влияния параметров дренажа на водный режим почв построены отдельные дренажные системы с разными расстояниями между дренами и глубинами их закладки.

Оценка технического состояния осушительно-увлажнительной системы «Молотковичи» после шести лет эксплуатации (1977–1982 гг.)

Сотрудниками Института мелиорации проведены исследования эффективности работы осушительно-увлажнительной системы «Молотковичи» по регулированию водного режима на торфяных и минеральных почвах в условиях неоднородной структуры почвенного покрова. Выполнены гидравлические исследования дренажных коллекторов АК-1-1 и АК-1, в ходе которых определялись степень заилиения, скорость потока воды, пропускная способность труб и модули стока [4, 5].

Степень заилиения труб замерялась через смотровые колодцы, установленные на трубопроводах, при этом фиксировалась толщина (высота) наилка в трубах и отстойниках смотровых колодцев. Методика замеров заключалась в измерении расстояния от верха колодца до поверхности в нем воды, определении глубины наполнения коллектора водой, вычислении площади живого сечения потока в коллекторе, гидравлического уклона потока. Затем по скорости движения воды в коллекторе вычислялись расход и модуль стока.

Для определения технического состояния коллекторов после 7 лет эксплуатации (рис. 2) была проведена нивелировка продольного профиля трубопровода, которая показала большие отклонения от проектного уклона с многочисленными понижениями и повышениями по трассе коллектора. Обследование

состояния стыков (соединений) труб показало, что у многих из них были открытые полости, через которые грунт в разжиженном состоянии проникал внутрь труб, что приводило к их заилению. Были обнаружены существенные изъяны на смотровых колодцах, переоборудованных в колодцы-поглотители. Все это приводило к снижению эффективности и существенно уменьшило долговечность работы осушительно-увлажнительной системы.

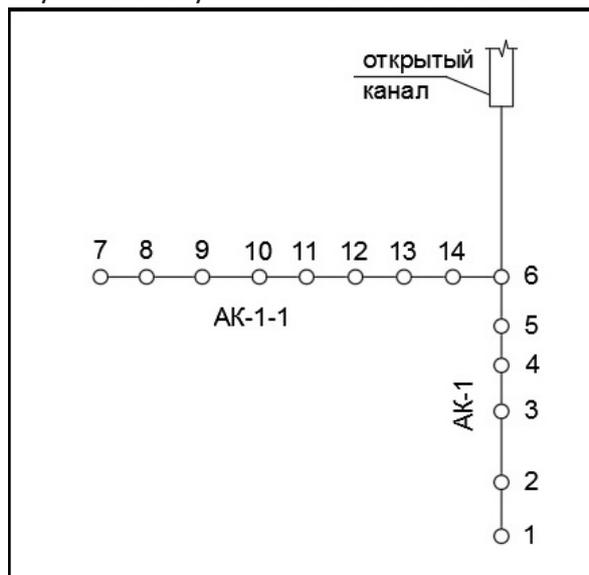


Рис. 2. Схема расположения обследованных коллекторов большого диаметра со смотровыми колодцами на мелиоративной системе «Молотковичи» (участок «Залесье»)

Результаты обследования осушительно-увлажнительных систем с трубами большого диаметра в Белорусском Полесье в 1970–80 гг.

Обследования осушительно-увлажнительных систем проводились сотрудником Института мелиорации Л. Д. Зеленковым на ряде объектов в Брестской, Гомельской и Минской областях [9]. Всего обследовано 19 мелиоративных систем с 59 коллекторами большого диаметра общей длиной 22,3 км с установленными на них 119 смотровыми колодцами. При обследованиях замерялась величина слоя заилиения в коллекторах, отстойниках смотровых колодцев и в устьях коллекторов.

По результатам обследований была оценена работоспособность дренажных коллекторов, выявлены серьезные нарушения при их строительстве. Так как в Белорусском Полесье преобладают плоские, малоуклонные или даже безуклонные территории, коллекторы с диаметром 0,3–0,6 м проектировались обычно с малым уклоном (у 80 % коллекторов был уклон 0,0005), то следовало ожидать, что режим и долговечность работы коллекторов в значительной степени будут зависеть от интенсивности заилиения.

Установлено, что неудовлетворительное состояние коллекторов обусловлено в первую очередь низким качеством строительства. Например, на мелиоративной системе «Но-

воселки» (дер. Филипповичи Петриковского р-на Гомельской обл.) стыки железобетонных труб диаметром 0,6 м частично не загерметизированы и грунт беспрепятственно попадает в коллектор. На мелиоративной системе «Новоселки» (уч. Ванютичи Петриковского р-на) произошло заилиение канала у устья коллектора на 0,15 м выше верха коллектора. На мелиоративной системе «Знамя Победы» (Кобринский р-н Брестской обл.) коллектор большую часть времени находился в подпоре, что также приводило к заилиению. На мелиоративной системе «Жданова» (Кобринский р-н) устье коллектора было почти полностью забито наносами из него.

На обследованных мелиоративных системах при их сроке службы 9,5 лет заилиение на части коллекторов составило в среднем 44,9 % от площади поперечного сечения труб. Большинство же обследованных коллекторов не имело таких грубых нарушений технологии строительства и находилось в удовлетворительном состоянии. За срок эксплуатации 8–9 лет средняя величина их заилиения составила 8,7 % от площади поперечного сечения. При этом не наблюдался существенный рост слоя заилиения [9].

Результаты обследования осушительно-увлажнительной системы «Молотковичи» после ее реконструкции в 2014 г.

В 2014 г. была проведена реконструкция мелиоративной системы «Молотковичи», при этом на площади 180 га предусматривалось проводить регулирование водного режима почв с помощью предупредительного шлюзования. Для увеличения осушительного действия системы параллельно к дренажным коллекторам большого диаметра были построены открытые каналы М-1-1* и М-1-1, впадающие в магистральный канал М-1 (рис. 3).

Для оценки современного технического состояния мелиоративной системы «Молотковичи» в мае 2023 г. РУП «Институт мелиорации» проводил обследование технического состояния трубопроводов и смотровых колодцев. Установлено, что трубопровод АК-1-1 в верхней части заилен на 30–40 % от площа-

ди сечения асбоцементного трубопровода (рис. 4 а), а в нижней части – на 60–70 % (рис. 4 б).

Обследованы также смотровые колодцы из железобетонных колец с внутренним диаметром 1,0 м (рис. 5): установлено, что отстойники оказались заилены до уровня подключения дренажных коллекторов и выше.

Смотровые колодцы и трубопроводы были заилены в основном вследствие раскрытия стыков до 1–2 см между трубами по длине и в местах подключения дренажных коллекторов к смотровым колодцам. Во многих колодцах обнаружено смещение железобетонных колец, отсутствие песчано-цементной замазки стыков (через них проникает разжиженный грунт внутрь смотровых колодцев).



Рис. 4. Заиливание трубопровода большого диаметра АК-1-1 из асбестоцементных труб на мелиоративной системе «Молотковичи» (2023 г.)



Рис. 5. Смотровой дренажный колодец из железобетонных колец диаметром 1,0 м на мелиоративной системе «Молотковичи» (2023 г.)

В результате обследования современного технического состояния трубопроводов большого диаметра из асбоцементных труб и смотровых колодцев из железобетонных колец установлено, что трубопровод большого диаметра, несмотря на существенную степень заиливания, находится в работоспособном состоянии даже при снижении пропускной способности.

Следует также отметить, что осушительно-увлажнительная система «Молотковичи»

на протяжении долгих лет работает только на осушение, то есть как осушительная система.

Тенденция перевода осушительных систем в осушительно-увлажнительные требует детального технико-экономического обоснования с учетом новых технических решений и существующих возможностей создания оптимальной влагообеспеченности сельскохозяйственных культур в течение вегетационного периода.

Выводы

1. На мелиоративных системах Белорусского Полесья причина неэффективной работы дренажных коллекторов из труб большого диаметра заключается в неудовлетворительном качестве их строительства.

2. Полученные данные по степени заиливания дренажных коллекторов из труб диаметром 350–400 мм свидетельствуют, что при хорошем качестве строительства трубопроводов последние обеспечивают требуемую работо-

способность и могут сохраняться при реконструкции мелиоративной системы.

3. Опыт применения коллекторов большого диаметра на мелиоративных системах в Белорусском Полесье показал возможность применения трубопроводов на проводящей сети мелиоративных систем вместо отдельных открытых каналов при качественной герметизации стыков труб при строительстве.

4. На осушительно-увлажнительной системе «Молотковичи» влагообеспеченность растений в засушливые периоды вегетации невозможно повысить из-за несовершенства конструкций регулирующих сооружений, поэтому многие годы система работает только на осушение со сбросом местного стока в водоприемник.

Библиографический список

1. Из опыта применения на осушительных системах коллекторов из труб большого диаметра / А. И. Митрахович, В. М. Макоед, А. П. Сергееня, С. М. Лавушев // Мелиорация. – 2019. – № 2 (88). – С. 13–17.

2. Шкиннис, Ц. Н. Некоторые вопросы проектирования больших дренажных систем / Ц. Н. Шкиннис // Гидротехника и мелиорация в Латвийской ССР. – 1963. – № 3. – С. 72–83.

3. Риекстс, И. А. Опыт строительства крупных закрытых осушительных систем с коллекторами от 0,3 до 1,0 м / И. А. Риекстс // Технология строительства закрытых осушительных систем : сб. ст. – Вильнюс, 1969. – С. 197–207.

4. Рудой, А. У. Исследование работы осушительно-увлажнительной системы в условиях неоднородной структуры почвенного покрова (объект «Молотковичи») / А. У. Рудой, В. М. Макоед // Мелиорация переувлажненных земель : сб. науч. тр. / БелНИИМивХ ; В. Ф. Карловский (отв. ред.). – Минск, 1982. – Вып. 30. – С. 75–84.

5. Рудой, А. У. Формирование режима уровней грунтовых вод на легких минеральных почвах мелиоративной системы «Молотковичи» / А. У. Рудой, В. М. Макоед // Регулирование водного режима торфяных и минеральных почв : сб. науч. тр. / БелНИИМивХ ; В. Ф. Карловский (отв. ред.). – Минск, 1981. – С. 18–31.

6. Конончук, Н. П. Осушительно-увлажнительная система «Молотковичи» / Н. П. Конончук, Н. М. Савульчик // НТИ Минводхоза БССР. – 1973. – № 5. – С. 1–4.

7. Рудой, А. У. Некоторые особенности осушительного действия дренажа в почвах разной степени заболоченности / А. У. Рудой, В. М. Макоед // Водное хозяйство и гидротехническое строительство : сб. науч. ст. / БПИ ; гл. ред. В. П. Старинский. – Минск : Выш. школа, 1980. – Вып. 10. – С. 78–84.

8. Смяян, Н. И. Структура почвенного покрова Белорусского Полесья / Н. И. Смяян, Т. А. Романова, Т. Н. Пучкарева // Проблемы Полесья : сб. ст. / АН БССР, Науч. совет по пробл. комплекс. использования аграр. ресурсов и развития производит. сил Полесской низменности ; гл. ред. С. Х. Будыка. – Минск : Наука и техника, 1975. – Вып. 4. – С. 187–201.

9. Зеленков, Л. Д. Оценка работоспособности дренажных коллекторов больших диаметров / Л. Д. Зеленков // Вопросы эксплуатации осушительно-увлажнительных систем : сб. науч. работ / БелНИИМивХ ; В. Ф. Карловский (отв. ред.). – Минск, 1983. – С. 173–180.

Поступила 7 августа 2023 г.