

• МЕЛИОРАЦИЯ •

УДК 631.3:626:862.91

АНАЛИЗ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ОЧИСТКИ ЗАКРЫТОЙ ДРЕНАЖНОЙ СЕТИ ОТ ЗАИЛЕНИЯ

Н. Н. Погодин, кандидат технических наук, доцент

А. С. Анженков, кандидат технических наук

В. А. Болбышко, кандидат технических наук

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

Анотация

Проанализированы способы и технические средства очистки закрытой дренажной сети от заиления. Выполнена классификация устройств очистки по типу, виду рабочего органа и конструктивным особенностям. Определены области эффективного применения средств механизации.

Ключевые слова: *закрытый дренаж, средства механизации, дренажпромывочные устройства, способы очистки.*

Abstract

**N. N. Pogodin, A. S. Anzhenkov,
V. A. Bolbyshko**

**ANALYSIS OF THE METHODS AND MEANS OF
MECHANIZATION CLEANING THE CLOSED DRAIN-
AGE SYSTEM FROM SILT**

The methods and technical means of cleaning the closed drainage system from silt were analyzed. The classification of cleaning devices by type, type of working body and design features was performed. The areas of effective use of mechanization were identified.

Keywords: *closed drainage, means of mechanization, drain cleaning machines, methods of cleaning.*

Введение

Одной из важнейшей задач эксплуатации закрытой дренажной сети является ее очистка от заиления и окисных соединений железа. В результате изучения патентных материалов и научно-технической литературы были обобщены известные к настоящему времени методы очистки внутренней поверхности дренажных трубопроводов.

Анализ способов очистки и соответствующих устройств для их осуществления позволил произвести классификацию по характеру воздействия на отложения, типу рабочего устройства, виду рабочего органа и его конструктивным особенностям. Исходя из этой классификации выделены следующие способы очистки: гидродинамический, гидромеханический, гидравлический, вакуумный, механический, химический.

Наибольшее применение при очистке дренажных трубопроводов от заиления получил

механизированный гидродинамический способ. Он основан на разрушении отложений в трубопроводе путем воздействия на них высокоскоростных струй воды. Рабочим органом устройств, действующих по этому способу, является гидродинамическая промывочная насадка, вода к которой подается от насоса по гибкому шлангу. Передвижение насадки осуществляется или за счет реактивной тяги, возникающей при истечении из ее струи воды, или посредством механического толкающего механизма. Некоторые типы промывочных насадок имеют вращающиеся детали, которые в зависимости от решаемой задачи обеспечивают воздействие струй по всему периметру полости промываемого трубопровода или оснащаются механическими рыхлителями, предназначенными для разрушения трудноразмываемых отложений. В последнем случае их можно было бы отнести также к гидромеханическим устройствам.

Обсуждение и результаты

В мелиоративной отрасли устройством, основанным на гидродинамическом способе, является дренапромывочная машина. В 1958 г. голландская фирма «Барт» разработала дренаочистительный агрегат, представляющий собой прицепную к трактору одноосную тележку, на которой установлен трехцилиндровый насос, развивающий давление до 8,4 МПа, и барабан с гибким резиновым шлангом. На конце шланга закреплена насадка с одним фронтальным и двумя тыльными соплами. Продвижение шланга по трубопроводу обеспечивается за счет реактивной тяги струй воды, исходящих из тыльных сопел [1].

На принципе действия дренапромывочной машины фирмы «Барт» голландская фирма «Штеенберг» основала конструкцию машины «АНС». Агрегат смонтирован на прицепе к трактору и оборудован насосом, развивающим давление до 10 МПа [2].

В Ганновере (ФРГ) выпускали дренаочистительную машину «Diema», по принципу действия аналогичную голландской. На прицепной к трактору тележке смонтирован насос, развивающий давление до 1 МПа и приводящийся в действие от 2-тактного бензинового двигателя мощностью 2,6 л.с. Установка могла размывать наносы в дрене струями воды, исходящими из головки, и одновременно очищать их с помощью специальных резиновых шайб, надетых на насадку [3].

Опытная станция по изучению болот в Инфельде и фирма Holz (Wangen/Allgau) при разработке машины для гидравлической очистки дрен пошла по другому пути. На платформе трактора мощностью 30 л.с. устанавливался насосный агрегат, вода к ко-

торому подавалась из прицепной цистерны. Подачу воды в дрена осуществляли посредством гибкого шланга длиной в несколько метров с конической обрезиненной насадкой на конце. Перед очисткой насадку плотно вставляли в устьевое отверстие дрены, затем включали насос, который нагнетал воду под давлением 0,2 МПа. Образующийся в дренажной трубе скоростной поток воды размывал наносы, а при снятии насадки отложения извлекались из трубопровода посредством гравитационного потока. Производительность установки при очистке дренажных систем составляла до 10 га в рабочую смену при расстоянии между дренами 10 м [4].

В Шлезвиг-Гольштейне для очистки дрен длиной до 200 м использовали голландскую машину фирмы «Барт», на насадке которой дополнительно устанавливали сменные нейлоновые щетки диаметром от 4 до 10 см, облегчающие разрушение и вынос наносов из дрены [5].

В ГДР в 1963 г. была разработана машина марки RSO-II, которая представляющая собой прицепную тележку, на которой был смонтирован насос, развивающий давление 3 МПа, и барабан с двумя бухтами пластмассовых шлангов с внутренним диаметром 25 и 32 мм (рис. 1). На концах шлангов длиной 120 и 150 м устанавливались насадки с одним фронтальным и несколькими тыльными соплами, которые дополнительно оснащались щетками, предназначенными для механического разрушения плотных наносов и облегчения их выноса из дрен [6, 7].

В СССР серийно выпускалось на опытном заводе ВНИИЗеммаша дренапромывочная машина Д-910, по конструктивным особенностям аналогичная RSO-II.

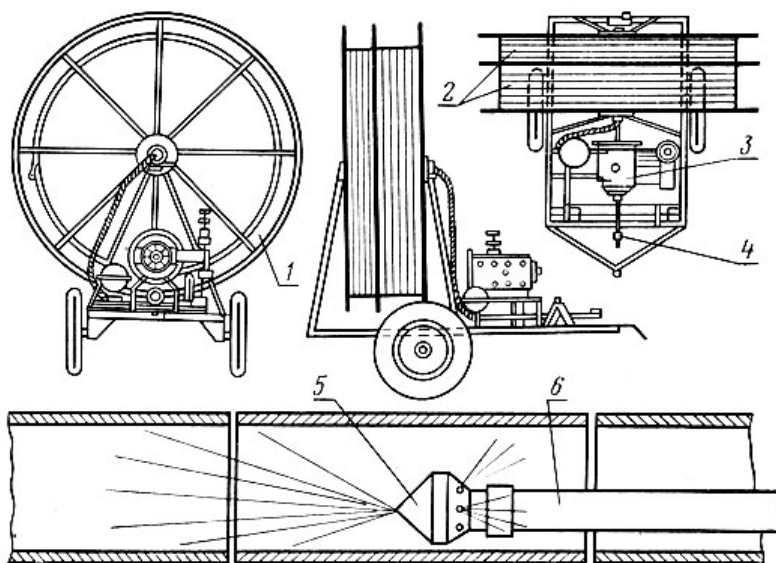


Рисунок 1 – Дренапромывочная машина RSO-II: 1 – барабан для шлангов; 2 – сцепленные шланги; 3 – водяной насос; 4 – карданный привод водяного насоса

Дреноочиститель Д-910 состоял из прицепа, на котором смонтирована насосная станция с промывочным оборудованием. Насосная станция включала четырехтактный карбюраторный двигатель мощностью 8,0 л.с. и поршневой трехплунжерный насос с рабочим давлением 2 МПа. Напорный шланг диаметром 26 мм предназначался для промывки дрен, а диаметром 32 мм – для промывки коллекторов. Длина шлангов составляла по 120 м [8, 9].

Основным недостатком машины Д-910 являлось низкое давление питательного водного насоса и отсутствие толкающего механизма, что не обеспечивало эффективную очистку дренажного трубопровода длиной более 30 м, особенно при значительном заиливании дрен. Последнее вызывало необходимость отрывки большого количества шурфов на дренажной линии.

В целях повышения эффективности очистки в БелНИИМВХ разработана дренопромывочная машина ДП-10А с насосом, создающим давление 10 МПа. При таком давлении разрывающая головка развивала большую реактивную тягу и высокие разрывающие скорости воды, обеспечивающие разрыв плотных отложений при любой степени заиливания трубопровода протяженностью до 150 м (рис. 2) [10].

Дренопромывочная машина ДП-10А представляла собой прицеп на балансирной четырехколесной тележке, агрегируемой с трактором МТЗ-80/82.

С помощью регулирующего устройства при промывке коллекторно-дренажной сети давление насоса устанавливалось в пределах 5 МПа, а при промывке сетей промышленной и бытовой канализации – 10 МПа. Преимуществом машины являлось агрегирование насоса и емкости для воды объемом 4,0 м³ на одной тележке, а также наличие вакуумного насоса, что обеспечивало снижение времени на заполнение цистерны водой и доставку ее к месту промывки. Недостатком ДП-10А была высокая металлоемкость, соответственно и стоимость оборудования, а также отсутствие механизма пода-



Рисунок 2 – Дренопромывочная машина ДП-10А

чи напорного шланга в очищаемый трубопровод, что обеспечило бы увеличение длины очищаемого трубопровода с одной стоянки.

Дренопромывочную машину ДМ-250 с такими же техническими характеристиками, как у машины ДП-10А, разработал российский институт ВНИИГиМ. Отличием данной установки явилось только устройство по обратному использованию воды [11].

При эксплуатации машин с высоким давлением водяного насоса возникает опасность размыва фильтров, образующихся на наружной поверхности стыков дренажных трубок. В связи с этим фирма «Хомбург» (Нидерланды) запатентовала низконапорную технологию промывки дренажа при давлении водяного насоса 5 МПа. Для обеспечения передвижения напорного шланга используется специальный толкающий механизм роликового типа [12]. По данному патенту фирма «Хомбург» выпускает дренопромывочную машину «Сениор», которая применяется почти во всех европейских странах [13].

По образцу голландской дренопромывочной машины «Сениор» на Пинском заводе средств малой механизации в 2005 г. была изготовлена и стала серийно выпускаться установка промывки дренажа УПД-120 (рис. 3).

На раме устройства УПД-120 смонтирован насос с давлением 5 МПа и барабан с промывочным напорным шлангом длиной 300 м и внутренним диаметром 15 мм. Установка навешивается на навесное устройство трактора МТЗ-80/82. Привод насоса реализуется через карданный вал от вала отбора мощности трактора [14]. Продвижение напорного промывочного шланга по трубопроводу в установке УПД-120 предусматривается осуществлять посредством роликового подающего устройства через направляющее, закрепленное на манипуляторе. Однако подача шланга в большинстве случаев выполняется вручную по причине частых задержек промывочной насадки в местах частичного смещения дренажных трубок.



Рисунок 3 – Установка промывки дренажа УПД-120

Для облегчения подачи шланга в коллектор имеются конструкции выносных толкающих ролико-шестеренчатых механизмов, которые устанавливаются возле дренажного устья или в смотровом колодце. Данное устройство позволяет отказаться от направляющего, однако оно сложно в обслуживании и в основном применяется в зоне орошения [15].

Одним из основных элементов дренопромывочной машины является ее рабочий орган – насадка. От эффективности ее конструкции и точности расчета основных параметров зависит оценка ее экономической характеристики. В общей постановке насадка должна обеспечивать равномерную очистку внутренней поверхности дренажного трубопровода, а также обеспечивать транспортирование пульпы, образовавшейся в дренажном трубопроводе.

По функциональному назначению различают следующие основные виды гидродинамических промывочных насадок: проходные, реверсивные, ротационные. Проходные насадки являются самыми простыми и надежными, в связи с чем они получили наибольшее применение при очистке дренажных трубопроводов. Они имеют в основном одно переднее сопло и несколько задних, причем суммарная реактивная сила передних водяных струй меньше суммарной реактивной силы задних. Под действием тыльных струй, создающих реактивную тягу, насадка продвигается по трубопроводу, размывая отложения и увлекая за собой рукав. Вынос размытых наносов из трубопровода происходит в основном под действием задних струй, создающих высокотурбулентный поток воды, направленный вдоль промывочного рукава.

В некоторых устройствах к проходным насадкам подводят сжатый воздух, что по мнению изобретателей должно интенсифицировать процессы разрушения и транспортирования отложений [16]. Однако такие решения значительно усложняют конструкцию устройств и, применительно к очистке дренажных трубопроводов, малоэффективны, т. к. отложения в большей степени размываются водяными струями, а при большой длине промываемых трубопроводов влияние воздуха на транспортирование отложений незначительно.

Наибольшее разнообразие насадок по видам и конструктивным особенностям наблюдается в коммунальном хозяйстве. На рис. 4 приведены схемы каналопромывочных насадок, выпускаемые фирмой «Доркомтехника». Они применяются на каналочистительных машинах, оборудованных насосами с давлением 8–16 МПа [17].

Проходные насадки, приведенные на рис. 4, обозначаются как: «пуля» (1); «граната» (2); «бомба» (3); «копье» (4). Первые три типа отличаются в порядке возрастания габаритов и массы, соответствующих габаритам очищаемой трубы.

Проходные насадки типа «копье» имеют четыре передних сопла (одно из них центральное) и несколько задних. Данные насадки особенно эффективны для постепенного размыва существенно заиленных трубопроводов.

Конфигурация насадки «бомба» рационально подходит для промывки керамического дренажа, т. к. дает возможность прохода насадки без задержек при частичном смещении дренажных трубок.

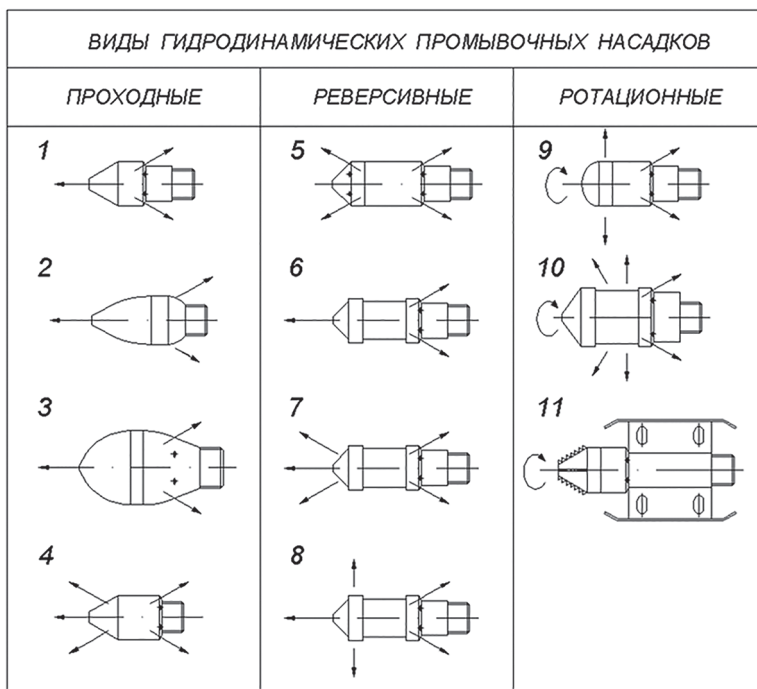


Рисунок 4 – Схемы гидродинамических промывочных насадок, применяемых на каналочистительных машинах

Реверсивные насадки – эффективное устройство для размыва и ликвидации существенных аварийных отложений в трубопроводе за счет дистанционного переключения задних, передних, поперечных струй в месте засора. При этом они являются достаточно универсальными и применяются для чистки труб задними струями. Реверсивные насадки имеют достаточно сложную конструкцию и в основном используются в коммунальном хозяйстве. Их применение на дренапромывочных мелиоративных установках не отмечено.

Ротационные насадки, кроме традиционных задних, имеют поперечные моющие струи, которые при движении насадки вдоль трубы с большой скоростью вращаются реактивной силой ротора. При этом поперечные струи равномерно обрабатывают внутреннюю поверхность трубы. Ротационная насадка (патент РФ № 2081714) применяется также на дренапромывочном устройстве АДПН-250, используемым для очистки закрытых дренажных сетей в зоне орошения [15].

Очистку труб от существенных отложений и корней растений проводят с помощью более сложных насадок с гидромеханическими рабочими органами, которые совмещают промывку с фрезерной обработкой (11). Очистку трубопровода с данной насадкой можно отнести к гидромеханическому способу, который характеризуется воздействием на отложения одновременно потока напорных струй воды и механических рыхлителей различного типа.

Для очистки дренажных труб в СевНИИГиМе разработан насадок фрезерный НПФ к дренапромывочной машине Д-910А [18]. В нем часть энергии подводимой воды расходуется на фрезерование грунта. При этом основной массе воды, используемой на выходе тыльных тангенциально расположенных отверстий, придается вращательное движение.

Как правило, гидромеханический способ требует высоких значений статического давления воды и гладкой внутренней поверхности очищаемых трубопроводов, поэтому он нашел применение в основном в коммунальном хозяйстве.

Гидравлическим способом условно назван способ очистки (промывки) трубопровода потоком воды (жидкости), протекающей непосредственно по промываемому трубопроводу. Различают следующие виды осуществления данного способа очистки дренажных трубопроводов: посредством периодического перекрытия дренажного трубопровода при наличии дренажного стока; откачки дренажного стока при высоком уровне стояния грунтовых вод; закачки воды в дренажную сеть и естественного ее оттока; подачи воды в дренажную сеть с последующей ее откачкой.

По первому способу (автор – Х. Я. Ярвела) [19] очистку дренажного трубопровода выполняют в период низких уровней грунтовых вод на осушенном массиве и в канале, когда устье трубопровода не затоплено, но имеется дренажный сток. Согласно данному способу дренажную систему периодически перекрывают в устьевой части на время ее заполнения фильтрующей водой. При снятии заглушки скорость течения воды в дренажных трубопроводах резко возрастает, в результате чего отложения размываются и в виде пульпы выносятся в канал. Данный способ может найти применение для удаления рыхлых легко размываемых отложений. Его преимущество заключается в обеспечении самоочистки дренажных трубопроводов без применения дорогостоящих устройств и механизмов.

В БелНИИМ и ВХ (авторы – П. И. Закржевский, Н. К. Вахонин, В. С. Куль) разработан способ, согласно которого очистку трубопроводов предлагается осуществлять в период весеннего половодья, когда уровни грунтовых вод на осушаемом массиве и в каналах высокие, а устье дренажных трубопроводов подтоплено. Для достижения данной цели устье изолируют от канала установкой вокруг него инвентарной перемычки, врезанной в откос канала, после чего из зоны канала, ограниченной перемычкой, откачивают воду [20].

При откачке воды из зоны перемычки в устье трубопровода создается пониженный напор, распространяющийся по всей его длине. Действующий перепад напоров в грунте и дренажном трубопроводе становится значительным, что ведет к резкому увеличению притока к нему грунтовых вод и соответственно – повышению скоростей потока воды в дренажном трубопроводе, обеспечивающего размыв и вынос наносов.

Очистка дренажа этим способом эффективна, однако операция по установке инвентарной перемычке в затопленном русле канала весьма трудоемка.

Следует также отметить, что напорный, эффективно размывающий отложения поток воды происходит только в период времени, когда трубопровод работает полным сечением. В условиях, когда приточность воды в дренажную систему меньше объема ее оттока, в особенности при расположении дренажа в грунтах с низкой фильтрационной способностью, происходит обычная очистка гравитационным потоком воды при незатопленном устье. Качество очистки трубопровода в значительной степени зависит от его уклона.

Пример способа очистки дренажного трубопровода от заиливания путем закачки воды под давлением через специальное устройство, установленное в устье коллектора, и дальнейшего выноса

отложений посредством скоростного гравитационного потока воды – разработка опытной станции по изучению болот в Инфельде [4], о которой говорилось ранее.

В институте ВНИИ «Водполимер» (Латвийская ССР) разработан способ очистки дренажных трубопроводов путем закачки в дренажную сеть воды с использованием машин для внесения жидких органических удобрений типа РЖТ-4, РЖТ-8 [21, 22]. При этом большое количество воды подается самотеком или под небольшим давлением (до 0,1 МПа) из цистерны в полость коллектора через устье, дренажный колодец или шурф. Данный способ может найти применение для удаления рыхлых легкоразмываемых отложений, когда имеется достаточное количество промывной воды, расход которой в данном случае очень большой.

Способ очистки дренажного трубопровода от заиливания путем подачи воды в дренажную сеть с последующей откачкой (автор – Н. К. Вахонин) заключается в следующем. При низких естественных уровне грунтовых вод и уровне воды в дренажном трубопроводе осуществляется подъем уровня воды над устьем дренажного трубопровода путем установки в русле канала перемычки. После заполнения дренажной системы водой, размыв и вынос отложений осуществляется посредством ее откачки в первом и последующих колодцах от канала или вырытых шурфах [23].

Данный способ может найти применение при расположении дренажной системы вблизи и выше подпорного сооружения и наличии на коллекторе смотровых колодцев, расположенных на незначительном удалении от канала.

Сущность вакуумного способа очистки заключается в создании в трубопроводе таких скоростей, которые размывали бы наносы при подаче воды под напором, а при сбросе – под действием вакуума в устье трубопровода. Возникающий при этом гидравлический удар взрыхляет отложения, способствуя их выносу.

В БелНИИМ и ВХ очистку дренажных систем вакуумным способом выполняли на базе дреноочистителя МДВ-10. Его технические характеристики такие же, как у дренопромывочной машины ДП-10А, которые ранее приводились в тексте. Очистку дренажных трубопроводов от заиливания вакуумным способом при наличии дренажного стока выполняли без закачки воды в систему. Сущность технологии заключалась в следующем. Заправочную штангу с всасывающим трубопроводом, установленным на дреноочистителе, подводили к устью коллектора, где соединяли с пневмозатвором, предварительно введенным и зафиксированным в устье. После создания в емкости

вакуума 0,05–0,06 МПа открывали шаровой затвор, что вызывало интенсивное распространение вакуума в полости коллектора и сообщающимся с ним дреноосушителем. Под действием вакуума резко возрастала скорость потока в дренажных трубопроводах, и образовавшаяся пульпа поступала в емкость дреноочистителя. При отсутствии дренажного стока предусматривалась предварительная подача воды в дренажную сеть под давлением в пределах 0,2 МПа. Очистка выполнялась через коллекторные устья, а также смотровые колодцы [24].

Аналогичный (вакуумный) способ очистки дренажных трубопроводов с использованием установки МВО-1 разработан в СевНИИГиМ. Установка работала в водооборотном режиме, подавая с помощью насоса воду из расходного бака на размыв отложений и очищая ее при заборе в седиментаторе [25].

К недостаткам данного способа можно отнести достаточно высокую металлоемкость, а соответственно и стоимость оборудования, а также определенную сложность установки пневмозатвора.

Механический способ применяется в основном при очистке трубопроводов на незначительное расстояние и для удаления неразмываемых корневых пробок. При этом используются активные и пассивные рабочие органы в виде скребков, ершей, спиралей и т. п. с ручным и механическим приводом. [6, 7, 11].

Для очистки устьевой части коллекторов в РУП «Институт мелиорации» разработаны специальные насадки. Грунтовые отложения удаляются совковой и винтовой насадками [26, 27], а корни растительности, расположенные как в устье коллектора, так и по его трассе, – корневой [28]. Насадки закрепляются или на телескопической штанге общей длиной до 3,0 м, или устройстве ОД-100, используемом для оценки внутреннего состояния, а при наличии дренажного стока – очистки трубопроводов от заиливания с применением специальных насадок [29, 30].

Химический способ в мелиоративной отрасли применяется в основном для очистки дренажных трубопроводов от окисных соединений железа. В очищаемый трубопровод вводятся реактивы в жидком или газообразном состоянии, которые вызывают растворение отложений, образовавшихся в результате химических реакций. Для этой цели используют растворы серной кислоты, бисульфита натрия, сернистый газ и проч. [6, 31]. Химический способ очистки дренажной сети от окисных соединений железа не нашел широкого практического применения как по причине несоответствия требованиям охраны окружающей среды, так и по технологической сложности его применения.

Заключение

Проанализировав средства механизации и способов очистки закрытой дренажной сети от заиления, можно сделать вывод, что при ее техническом обслуживании (уходные работы, текущий ремонт) и наличии дренажного стока эффективным является механический способ с использованием устройства ОД-100. При выполнении работ по капитальному ремонту и реконструкции дренажной сети основной способ очистки – гидродинамический с применением дренапромывочных машин.

При оценке промывочных насадок наибольший интерес представляют решения, направленные на

повышение размывающей способности путем создания импульсных струй, совершенствование конструктивных и гидродинамических форм, а также транспортирующей способности с помощью установки дополнительных устройств.

Вопросы повышения размывающей и транспортирующей способностей размывающей насадки, а также совершенствования отдельных конструктивных элементов будут служить основой для совершенствования дренапромывочной машины УПД-120, широко используемой в настоящее время для очистки закрытых дренажных трубопроводов.

Библиографический список

1. Farmer Stock–Breeder, 75, 3714:92, 1961.
2. Brouer B. Selsbsttätige Tiefenregelung, an Dranmaschinen, – Lohnunternehmen in Land – Forstwirt, 11:258, 1967.
3. Diefel U. Dranspulgerat «Diema». – Wasser Boden, 15, 1:31, 1963.
4. Kuntze H. Bericht über die Verfahren zur Sauberung verockerter Drananlagen. – Zt. Kulturtechn., 4, 1:31, 1963.
5. Tiele H. Die Reinigung von Dranrohren mit einfachen Mitteln. – Lohnunternehmen in Land-Forstsch., 21, 4:102-104, 1966.
6. Эггесман, Р. Руководство по дренажу / Р. Эггесман. – М. : Колос, 1978. – С. 220-225.
7. Механизация строительства и эксплуатации закрытого дренажа за рубежом. – М. : ВНИИИ и ТЭ исследований по сельскому хозяйству. Н 71. – С. 69-97.
8. Машины для строительства и содержания осушительных дрен / В. А. Скотников [и др.]. – М.: Машиностроение, 1973. – С. 133-155.
9. Временные рекомендации по промывке дренажа с применением машины Д-910 // Латвийский НИИГиМ. – Елгава, 1969. – 17 с.
10. Восстановление работоспособности закрытой мелиоративной сети посредством промывки : рекомендации. – Минск: Институт мелиорации, 2010. – 40 с.
11. Ремонтно-восстановительные работы на оросительных и осушительных сетях и сооружениях. Информационный обзор. ГУЦНТЦ «Мелиоводинформ». М., 2000- с. 131-159.
12. Трубоочиститель: пат. GB 2037392 кл. В 08 В 9/06. – Опубл. 15.11.1979.
13. Экскаваторы-дреноукладчики и машины для очистки дренажных систем из пластмассовых и гончарных труб. – М., 1994. – С. 3. – (Серия 1,5,6 ЦНИИ информатики и ТЭ исследований по строительству, дорожному и коммунальному машиностроению).
14. Методические указания по выполнению уходных и ремонтных работ на мелиоративных системах. Выполнение технического ухода за дренажной сетью с использованием малозатратных технологий. – Минск: Институт мелиорации, 2015. – Ч. 2. – 96 с.
15. Михеев, А. В. Усовершенствованная дренапромывочная машина ДПМ-1 / А. В. Михеев // Мелиорация и водное хозяйство. – 2013. – № 3 – С. 41-43.
16. Способ промывки трубопроводов. А. С. 229126. кл. 47 с., 1/60., 17.8.1968.
17. Зенитов, Н. А. Современная каналоочистительная техника / Н. А. Зенитов // Жилищно-коммунальное хозяйство. – 2000. – № 12 – С. 14-17.
18. Насадок фрезерный НФП к дренапромывочной машине Д-910А // СевНИИГиМ, л., 1984-4 с.
19. Ярвела, Х. А. Способ очистки дренажного трубопровода / Х. А. Ярвела. – А.с. № 402607.-Б.И., 1973, № 42.
20. Закржевский, П. И. Способ очистки дренажного трубопровода от заиления: а. с. № 1006594.-Б.И. / П. И. Закржевский, Н. К. Вахонин, В. С. Куль. – 1983, № 11.
21. Правила технологии гидравлической очистки закрытой коллекторно-дренажной сети без протаскивания шланга // РСН 12-85, Минводхоз Латв. ССР. – Рига, 1985.

22. Струбергс, Ю. Э. Гидравлическая очистка закрытой коллекторно-дренажной сети / Ю. Э. Струбергс, В. Ю. Шульц, И. В. Слагис // Гидротехника и мелиорация. – 1986 № 1 – с. 50-51.
23. Вахонин, Н. К. Способ очистки дренажного трубопровода от заиливания: пат. ВУ 21961 / Н. К. Вахонин. – 2015.06.04.
24. Хухряков, В. А. Промывка дренажных систем с использованием вакуума / В. А. Хухряков, Ф. А. Лебедько, А. В. Лукьянов // Мелиорация и водное хозяйство. – 1989. – № 3 – С. 47-49.
25. Эффективность гидродинамических способов очистки дренажных трубопроводов // Мелиорация и водное хозяйство. – 1991. – № 6 – С. 23-25.
26. Болбышко, В. А. Инструмент для очистки трубопровода: пат. ВУ 11298 / В. А. Болбышко, Н. Н. Погодин. – 2017.02.28.
27. Технологический регламент очистки от наносов труднодоступных элементов линейных и гидротехнических сооружений на открытой и закрытой мелиоративной сети с использованием средств малой механизации – Минск: Институт мелиорации, 2016. – 39 с.
28. Погодин, Н. Н. Устройство для очистки трубопроводов: пат. ВУ 9411 / Н. Н. Погодин, В. А. Болбышко. – 2013.08.30.
29. Погодин, Н. Н. Устройство для очистки трубопроводов: пат. ВУ 7219 / Н. Н. Погодин, В. А. Болбышко. – 2011.04.30.
30. Болбышко, В. А. Устройство для очистки трубопроводов: пат. ВУ 11583 / В. А. Болбышко, Н. Н. Погодин. – 2018.02.28.
31. Маслов, Б. С. Заиливание дренажей железистыми соединениями: природа и способы борьбы / Б. С. Маслов // Гидротехника и мелиорация. – 1972. – № 10. – С. 34-41.

Поступила 30.05.2019