

проблемы организации дорожного водоотвода и очистки стоков с автомобильных дорог необходимо выполнять комплекс мероприятий, направленных на соблюдение технологического регламента при строительстве элементов водоотвода и проведение работ по содержанию системы водоотвода в состоянии удовлетворительной работоспособности в течение практически всего года.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Ильина, А. А. Автомобильные дороги и мосты строительство и содержание дорожного водоотвода. Обзорная информация. Выпуск 3 / А. А. Ильина. – М.: ФГУП «Информавтодор», 2006. – 21 с.
2. Перевозников, Б. Ф. Сооружения системы водоотвода с проезжей части автомобильных дорог. Обзорная информация. Выпуск 2 / Б. Ф. Перевозников, А. А. Ильина. – М.: ФГУП «Информавтодор», 2002. – 20 с.
3. Автомобильные дороги. СН 3.03.04-2019. – Введ. 21.09.2020. – Минск: М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2020. – 60 с.
4. Рекомендации по расчету дренажных дорожных конструкций: ОДМ 218.2.055-2015 / Федеральное дорожное агентство Российской Федерации. – М.: 2018. – 72 с.

УДК 621.65: 628.336.4

Курчевский С.М., Симака А.А.

*Белорусский национальный технический университет*

### **ЗАИЛЕНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЯХ: МЕТОДЫ ОЧИСТКИ И ПРОФИЛАКТИКА**

Заиление – процесс отложения наносов в каналах, вызванный природными и антропогенными факторами. Наносы представляют собой влекомые и взвешенные илистые и глиняные частицы грунта. Всасывающие линии мелиоративных насосных станций располагаются в аванкамере. Заиление труб происходит при переменных режимах работы, которые неизбежны в процессе эксплуатации.

«Увеличение степени заиления в трубопроводах влечет за собой уменьшение [площади] поперечного сечения, увеличение скорости движения потоков и, как следствие, увеличение потерь напора, увеличение напора насосных агрегатов и уменьшение подачи. Во всасывающих трубопроводах уменьшение площади поперечного сечения трубопровода также увеличивает скорость потока, уменьшает кавитационный запас и может привести к полной остановке насосной станции с возможными тяжелыми последствиями.» [1].

При проектировании водоподъемных сооружений предпринимают различные меры по предотвращению заиливания наносами всасывающих и напорных линий. Для профилактики поступления наносов применяют пескоулавливание, процеживание, отстаивание, фильтрацию, реже – центрифугирование и другие методы, однако в процессе длительной эксплуатации их эффективность может снижаться. В этом случае предусматриваются очистные мероприятия. Рассмотрим основные

1. Гидравлический, применим для труб малых диаметров: в трубопровод устанавливают устройство, которое подает воду или техническую жидкость под большим давлением.

2. Механический, применим для труб больших диаметров (может применяться совместно с гидравлическим): очистка от наносов производится разрыхлением отложений в трубопроводе с помощью различных механических устройств и последующей промывкой водой под напором.

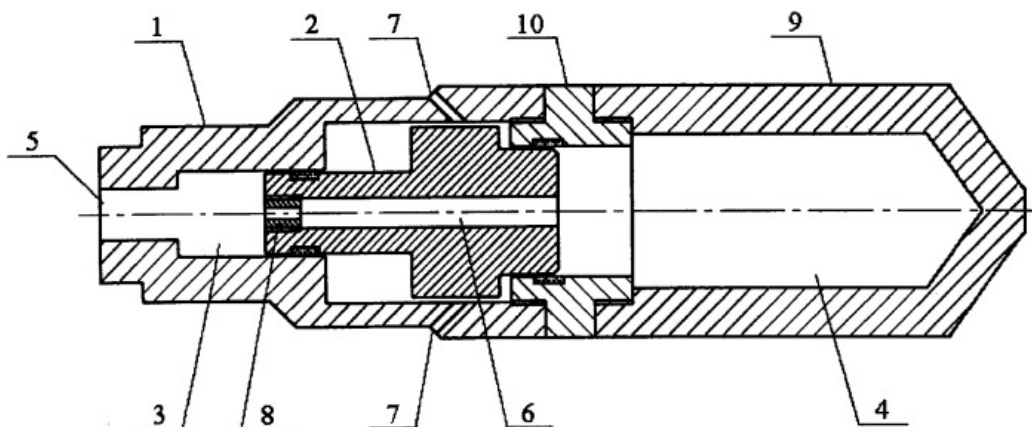
3. Химический, применим для нерастворимых водой отложений: полная очистка отложений с применением реагентов происходит за 10-18 ч, в зависимости от вида отложений, их плотности и химической стойкости. Данный способ применим, как правило, на напорных линиях оросительных систем, где возможны отложения солей, выпавших в осадок, особенно при удобрительных поливах и поливах животноводческими стоками. Недостаток химического способа очистки в высокой токсичности кислот, со временем они могут повредить конструкции, несмотря на нейтрализацию.

4. Кавитационный: специальными устройствами с помощью ультразвуковых волн провоцируется возникновение кавитационных пузырей в воде, которые схлопываясь, дробят отложения гидравлическим ударом.

5. Пневмогидроимпульсный (пневмовзрыв): с помощью пневмоснаряда создается импульсное воздействие сжатого воздуха внутри трубы, в ней возникают микроскопические гидравлические удары, которые кратковременно увеличиваются в объеме за счет расширения сжатого воздуха, что способствует отрыву наносов от стенок [3].

Принцип работы пневмоснаряда (см. рис. 1): ко входу в канал 5 подают сжатый воздух, что вызывает повышение давления во входной камере 3, под действием которого поршень 2 смещается вправо. В крайнем правом положении поршень 2 перекрывает выхлопные отверстия 7, расположенные под острым углом по отношению к оси устройства, и запирает накопительную камеру 4. По каналу 6 сжатый воздух поступает в накопительную камеру 4, с начальным давлением равным атмосферному. По мере накопления газа в камере 4, давление в ней возрастает, вследствие чего поршень 2 смещается

влево и открывает отверстия 7, провоцируя резкий выброс воздуха. Цикл повторяется многократно.

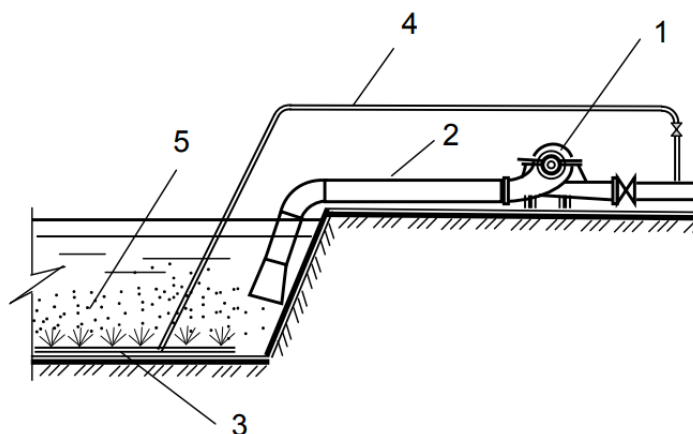


Корпус 1, ступенчатый поршень 2, входная камера 3, накопительная камера 4, входной канал 5 в корпусе 1, канал 6, сообщающий входную 3 и накопительную 4 камеры, сбрасывающие давление отверстия 7, жиклер 8, дополнительный корпус 9, промежуточный корпус 10.

**Рисунок 1 – Устройство пневмоснаряда**

Частота пневмовыхлопов регулируется изменением диаметров жиклера источника воздуха перед началом работы. Перемещение устройства в очищаемом трубопроводе происходит под действием реактивных сил, возникающих при резких выбросах сжатого воздуха.

Также представляет интерес метод очистки аванкамеры [4]. Суть метода (см. рис. 2) заключается в устройстве дополнительной конструкции, представляющей собой напорную подводящую трубу 4, которая соединяется с одной стороны с нагнетательным трубопроводом насосного агрегата 1, а её другая сторона состоит из кольцевых перфорированных труб 3, проложенных по откосам или дну аванкамеры в местах осаждения наносов. Под действием гидродинамического давления вода вытекает из отверстий труб струей, и создаёт в среде пульсационное движение потока, предотвращающее оседание наносов.



1 – насосный агрегат; 2 – всасывающий трубопровод; 3 – кольцевые перфорированные трубы; 4 – напорная подводящая труба; 5 – взвешенные частицы грунта

**Рисунок 2 – Схема очистки аванкамеры**

Лабораторные исследования [4] показывают, что даже небольшая пульсация потока может вызвать беспокойное состояние водной среды и будет поддерживать наносы во взвешенном состоянии в аванкамере.

Вывод: методы очистки подбираются индивидуально под каждый объект в зависимости от технического состояния трубопровода, особенностей конструкций насосов и доступных имеющихся средств. По возможности следует предусмотреть необходимые меры еще на стадии проектирования реконструкции или строительства мелиоративных насосных станций, проводить очистку труб и аванкамеры в целях профилактики регулярно и своевременно, поскольку от состояния трубопроводов напрямую зависит продолжительность и эффективность работы насосных станций.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Беспалов, М.С. Технологическое и экспериментальное обоснование очистки трубопроводов мелиоративных насосных станций напорно-вакуумной установкой: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 06.01.02 / М.С. Беспалов ; Волгоградский государственный аграрный университет. – Новочеркасск, 2018 – 20 с.

2. Очистка трубопроводов. Обзор методов [Электронный ресурс] / Издательский Дом Сорокиной: офиц. сайт. URL: <http://www.ids55.ru/ks/articles/comunications/45-2009-10-20-11-02-57.html>

3. Пат. RU 2312718 Пневмоснаряд и способ очистки трубопроводов с его использованием. Авт. Е.Б. Сюзева, А.Г. Назаров [Электронный ресурс] / FindPatent.ru – патентный поиск.

4. [Снижение заиления аванкамеры мелиоративных насосных станций](#)/ Б.У. Уришев [и др.]// Вестник СГАСУ Градостроительство и архитектура – 2013. - №4. – с.49 – 53.

УДК 626.86: 631.6

Симака А.А.

Научный руководитель – Курчевский С.М., канд. с.-х. наук, доцент  
*Белорусский национальный технический университет*

### **ПРИМЕНЕНИЕ СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПОЧВЫ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ**

Традиционный траншейный способ строительства дренажа на минеральных почвах тяжелого гранулометрического состава, включающий присыпку дренажных труб гумусовым слоем толщиной 0,2 м и обратную засыпку вынутым грунтом, после 4 – 6 лет эксплуатации уже не обеспечивает отвод воды из корнеобитаемого слоя почвы в нормативные сроки. Для повышения эффективности осушительного действия дренажа на тяжелых почвах и «оживления» дренажных засыпок широко используются различные агромелиоративные мероприятия, направленные на улучшение структуры подпахотных горизонтов почв, т.е. на улучшение фильтрационных свойств дренируемой почвы (глубокое рыхление, применение различных структурообразователей и др.).

Одним из недостатков глубокого рыхления является его недолговечность (2 – 3 года). Периодическое его возобновление требует значительных капитальных вложений, а также временного исключения земель из сельскохозяйственного использования. На продление последствий глубокого рыхления значительное влияние оказывают различного рода химмелиоранты (структурообразователи почвы), а также другие приемы по стабилизации структуры (агрегатного состояния) почвы. Одним из таких стабилизаторов почвы является глубокое рыхление с одновременным ее омагничиванием. Разработана физическая модель воздействия внешнего магнитного поля на почву. Вследствие остаточной магнетизации происходит изменение ориентации почвенных частиц, повышается биологическая активность микроорганизмов, что способствует улучшению и закреплению структурных преобразований (Kulich. 1986). На опытно-производственном участке был заложен полевой опыт, где изучалось влияние химмелиорантов на устойчивость последствий глубокого рыхления. В качестве химмелиоранта использовали смесь окиси кальция и фосфогипса в количестве 10 – 12 т/га СаО и 5 – 6 т/га фосфогипса (А.С. № 1113399) [1].