

# МЕЛИОРАЦИЯ

УДК 626.86

## ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НАСАДОК НА ПОТОК ПУЛЬПЫ ПРИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОМ СПОСОБЕ ОЧИСТКИ ДРЕНАЖА

**А. С. Анженков**, кандидат технических наук

**В. А. Болбышко**, кандидат технических наук

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

### Аннотация

Разработан испытательный стенд, и проведены исследования статического эквивалента напора промывочных насадок в условиях, близких к технологическому процессу промывки дренажных коллекторов. Определены расход, скорость струй насадки и величина создаваемого ими статического эквивалента напора в трубопроводе. Выявлены насадки, более эффективно воздействующие на поток пульпы.

**Ключевые слова:** насадка, гидравлические параметры, расход, скорость струи, гидродинамический напор.

### Abstract

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

### EVALUATION OF THE IMPACT OF NOZZLES ON THE PULP FLOW WITH HYDRODYNAMIC DRAINAGE CLEANING

A test bench has been along with the studies of the static equivalent of pressure of flushing nozzles have been developed, under conditions close to the technological process of flushing drainage collectors. The flow rate, speed of nozzle jets, as well as the magnitude of the static equivalent created by them in the pipeline are determined. Nozzles have been identified that more effectively affect the pulp flow.

**Keywords:** nozzle, hydraulic parameters, flow rate, jet velocity, hydrodynamic head.

### Введение

Общая площадь мелиорированных земель Беларуси составляет 2,8 млн га, из них 2,2 млн га, или 78 %, осушено закрытым дренажем. Закрытый дренаж позволяет более точно управлять водным режимом, сохраняет коэффициент земельного использования близким к единице, однако, являясь более сложным техническим сооружением, нежели сеть открытых каналов, требует весьма сложных технических решений для своего обслуживания [1].

С учетом значимости мелиорированных земель для агропромышленного комплекса (на них Беларусь получает более трети всей продукции растениеводства) содержание закрытого дренажа в удовлетворительном со-

стоянии является задачей государственного значения, а повышение производительности и экономичности специализированных техники и технологий выполнения работ – одним из приоритетных направлений научного обеспечения мелиоративной отрасли.

Поддержание закрытых дренажных систем в работоспособном состоянии и их очистка от заиливания осуществляются преимущественно путем гидродинамической промывки. Данный способ основан на использовании энергии струй воды.

Для формирования размывающих и транспортирующих потоков на конце напорного рукава, вводимого в коллектор, монтируется промывочная насадка с передними и тыльными

ми соплами. При движении насадки вперед струи, исходящие из сопел, размывают отложения, а при ее извлечении тыльные струи выносят размываемые отложения из коллектора. Однако при степенях заиливания более 25 % часть отложений зачастую остается в коллекторе по-

сле прохода промывочной насадки, что снижает эффективность очистки и требует большого количества проходов. Поэтому весьма актуален вопрос повышения воздействия на поток пульпы с целью более полного выноса отложений из полости коллектора.

### Результаты исследований и их обсуждение

В ходе исследований, проведенных в РУП «Институт мелиорации», были проанализированы варианты повышения эффективности транспортировки размываемых отложений и предложена новая конструкция насадки промывочной мягкой (далее – НПМ) (рис. 1) [2]. Основная особенность данной насадки заключается в наличии конических полиуретановых манжет, за счет чего возможно дополнительное механическое воздействие на поток пульпы.

Разработаны два варианта таких насадок: НПМ-60 и НПМ-80 (патент ВУ11880). Цифрами обозначен наружный диаметр в миллиметрах полиуретановых манжет в рабочем положении. Апробация показала большую эффективность разработок в сравнении со штатными насадками, применяемыми в комплекте дренажно-промывочной машины УПД-120, снижение количества проходов насадки, повышение степени очистки благодаря дополнительному механическому воздействию.

Установлено, что основную работу по выносу отложений в процессе извлечения насадки выполняют тыльные струи, а струи, направленные вперед, при этом работают вхолостую, не оказывая существенного влияния на эффективность очистки. С целью направления всех струй назад при извлечении насадки и тем самым повышения ее очищающей способности разработана новая конструкция реверсивной насадки промывочной мягкой РНПМ-60 и РНПМ-80 (патент ВУ12455) (рис. 2) [2]. При движении такой насадки вперед работают передние струи и часть задних, исходящих из сопел, расположенных на корпусе 1. При обратном ходе насадки передние сопла перекрываются, а дополнительные задние сопла открываются. Таким образом, все струи направляются назад, обеспечивая более эффективный вынос отложений из дренажного трубопровода.

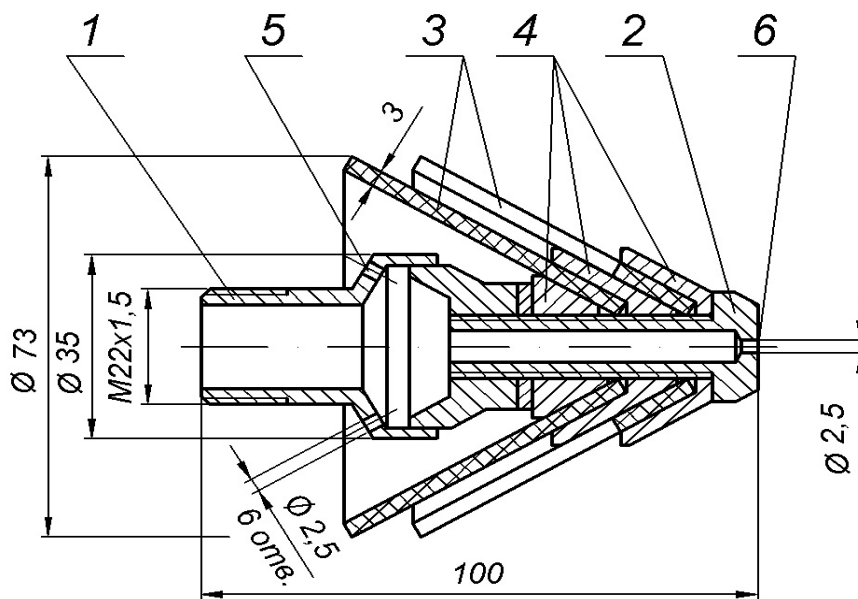


Рис. 1. Конструкция насадки промывочной мягкой НПМ-80:  
1 – корпус; 2 – стяжка; 3 – конусообразные разрезные полиуретановые манжеты;  
4 – прижимные шайбы; 5 и 6 – сопла задние и передние (фронтальные)

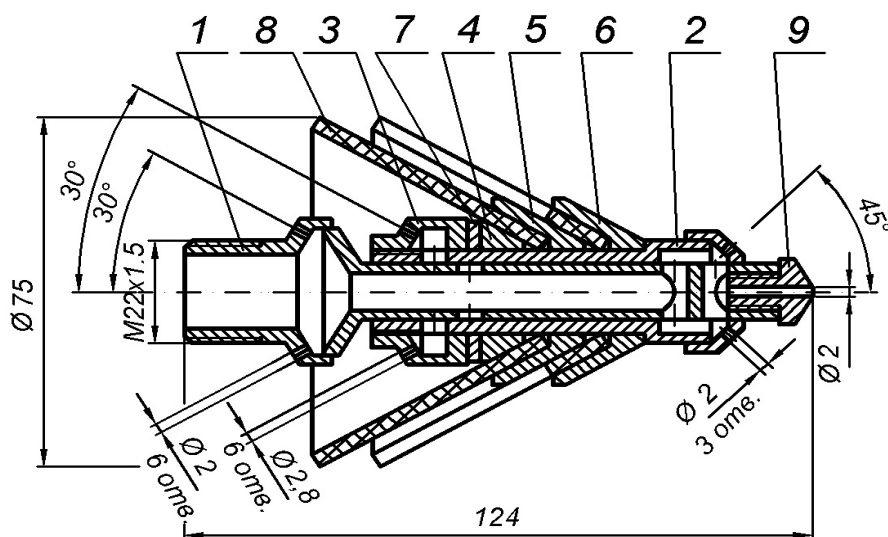


Рис. 2. Конструкция реверсивной насадки промывочной мягкой РНПМ-80:  
 1 – корпус; 2 – втулка; 3 – прижим; 4, 5, 6, 7 – прижимные шайбы; 8 – манжеты; 9 – наконечник

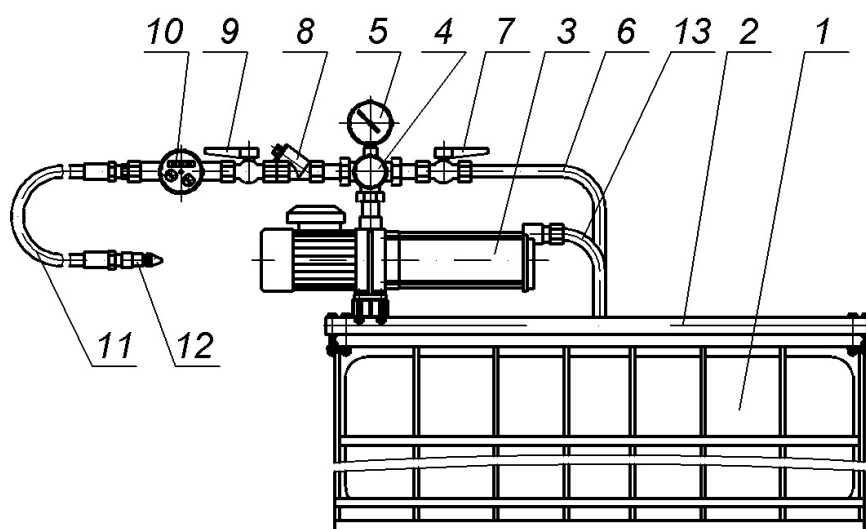


Рис. 3. Устройство подачи воды (конструктивная схема)



Рис. 4. Устройство подачи воды (общий вид)

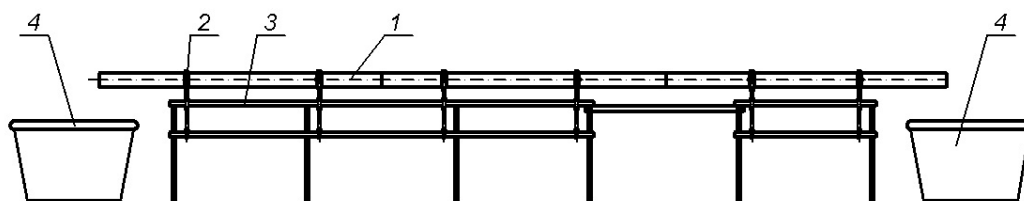


Рис. 5. Имитатор дренажного трубопровода (конструктивная схема)

Во время воздействия струй насадки на поток пульпы в нем происходят сложные гидравлические процессы, на которые влияет взаимодействие потока со стенками коллектора, самой насадкой и ее полиуретановыми манжетами. Теоретически затруднительно установить характеристики такого потока, а следовательно, и воздействие на него конструктивных особенностей различных насадок.

Ранее, в процессе полевых исследований штатной промывочной насадки (установки промывки дренажа УПД-120) и насадки промывочной мягкой (НПМ-60/НПМ-80), определялись концентрация пульпы во время каждой промывки и эффективность работы соответствующей насадки. Однако концентрация зависит не только от конструктивных особенностей насадок, но и от степени заиливания коллектора, его уклона и других параметров. Поэтому, хотя исследования проводились на одном объекте со сходными условиями, сравнение эффективности работы насадок требует соответствующего анализа и напрямую не всегда возможно. Для непосредственного сравнения характеристик их работы и влияния, оказываемого на поток пульпы, необходимы дополнительные лабораторные исследования на стенде, имитирующем процесс промывки коллектора.

В лаборатории эксплуатации мелиоративных систем разработан и изготовлен стенд для проведения вышеуказанных гидродинамических исследований. Стенд состоит из двух основных частей: устройства подачи воды (рис. 3 и 4) и имитатора дренажного трубопровода (рис. 5).

Устройство подачи воды включает в себя пластиковую емкость для воды объемом  $1,0 \text{ м}^3$ , размещенную в металлическом каркасе 1, на раме 2 которого, в свою очередь, установлены параллельно два многоступенчатых насоса 3 серии МН-1000 С с максимальной суммарной производительностью  $92,0 \text{ л/мин}$  и напором  $105 \text{ м}$ . На насосах установлен смеситель 4 с

манометром 5; избыток воды сбрасывается в емкость посредством сливного патрубка 6, на котором установлен вентиль 7. Подача воды на промывку осуществляется через патрубок, на котором находятся фильтр 8, вентиль 9 и расходомер 10 типа МТК-25 с максимальным расходом  $2,2 \text{ л/с}$ . К расходомеру подсоединен промывочный рукав 11 с внутренним диаметром  $20 \text{ мм}$ ; на его конце закрепляется промывочная насадка 12. Подача воды к насосам осуществляется через всасывающие патрубки 13, на которых установлены обратные клапаны.

В качестве имитатора дренажного трубопровода (рис. 5) использовались гладкостенные трубы 1, в том числе прозрачные из оргстекла, с внутренним диаметром  $100 \text{ мм}$ . Они закреплены на кронштейнах 2, установленных на подставках 3. Для сбора пульпы, вытекающей из трубопровода в процессе размыва отложений, в начале и конце трубопровода установлены емкости 4. Кронштейны 2 могут регулироваться по высоте, и, таким образом, устанавливается необходимый уклон трубопровода. Во время извлечения промывочного рукава из дренажного трубопровода струи насадки, направленные назад, воздействуют на поток пульпы, придавая ему дополнительную энергию и скорость [3].

Задача лабораторных исследований состояла в оценке воздействия обратных струй для различных насадок. Длина лабораторного трубопровода ограничена, и в нем невозможно полностью воспроизвести условия очистки, соответствующие его реальной работе в полевых условиях. Основные потери энергии потока в дренажном трубопроводе приходится на его перемещение, поэтому чем длиннее трубопровод, тем больше потери и тем больше энергии необходимо сообщить потоку пульпы для его выхода из коллектора.

Для имитации сопротивления перемещению потока в лабораторных условиях устьевая часть трубопровода приподнята под углом  $30^\circ$ ,

то есть тем самым создан подпор, который соответствует сопротивлению в зоне насадки при работе в реальных условиях.

Схема проведения эксперимента приведена на рис. 6. Насадка во время проведения эксперимента не перемещалась. Вода, подаваемая ею в трубопровод, вытекала из его переднего открытого конца. Под воздействием струй насадки уровень воды в приподнятом конце трубопровода повышался на некоторую

величину  $H$  до состояния равновесия динамического напора задних струй насадки и создаваемого статического подпора. По величине этого подпора можно оценить воздействие насадки на поток воды или пульпы.

Проведены испытания насадок НПМ-60, НПМ-80, РНПМ-80 и штатной насадки, устанавливаемой на устройство промывки дренажа УПД-120 (рис. 7). Общий вид установки во время испытаний приведен на рис. 8.

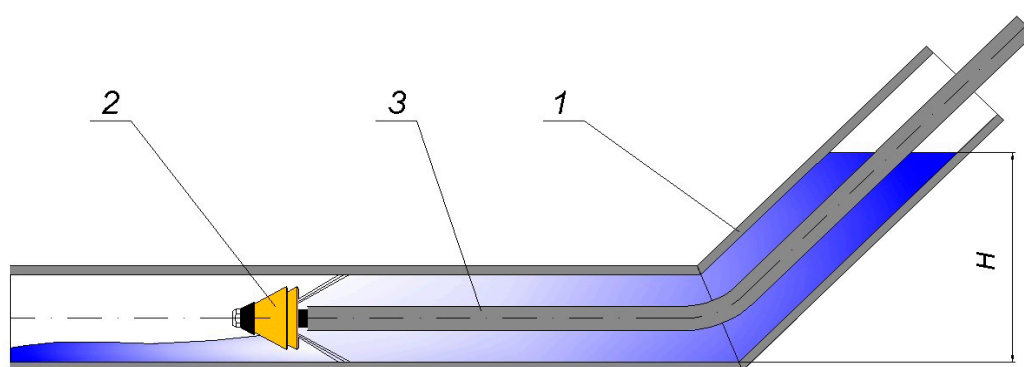


Рис. 6. Схема проведения испытаний по определению динамического напора: 1 – трубопровод, 2 – промывочная насадка, 3 – напорный рукав

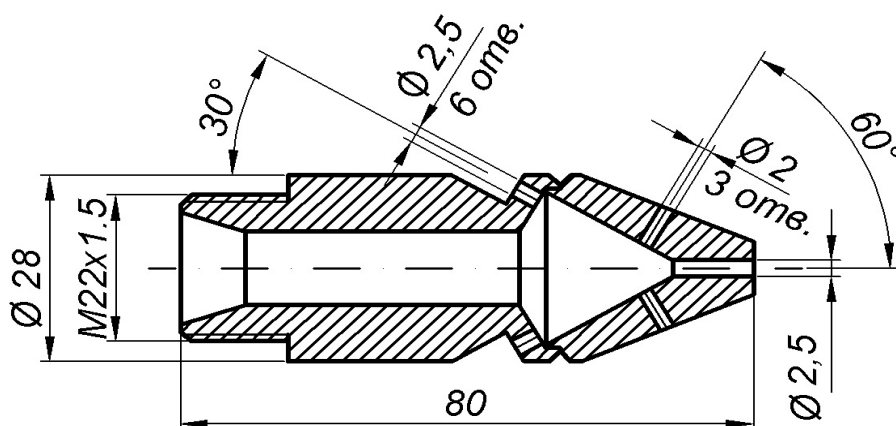


Рис. 7. Конструкция промывочной насадки, применяемой в устройстве промывки дренажа УПД-120



Рис. 8. Общий вид установки для определения динамического напора

Во время испытаний замерялись расход воды, давление подачи воды и подпор воды, создаваемый насадками. Скорость струй и расход задних струй насадок определялись расчетным путем. Результаты испытаний представлены в таблице. Давление и расход воды, зафиксированные во время испытаний, примерно соответствуют давлению и расходу в насадке во время работы УПД-120. Некоторые отличия в напоре на смесителе и расходе обусловлены особенностями конструкции насадок.

По результатам испытаний можно видеть, что насадки НПМ-60, НПМ-80 и РНПМ-80 оказывают существенно большее воздействие на обратный поток воды в трубопроводе и создают более высокий подпор, чем насадка УПД-120, –

соответственно 31,5; 32; 37,5 и 17,7 см. Поскольку расход струй и напор на смесителе при этом отличаются незначительно, можно сделать вывод, что это влияние обусловлено, главным образом, применением конусообразных полиуретановых манжет, при этом наибольшее влияние на поток оказывает насадка РНПМ-80 со струями, направленными назад. Это объясняется тем, что расход данных струй у этой насадки превышает показатели других насадок.

Соответственно, применение насадок НПМ-60, НПМ-80 и РНПМ-80 обеспечивает большее воздействие на поток пульпы, движущийся из трубопровода, и транспортирующую способность потока, чем штатная насадка УПД-120.

Таблица. Результаты испытаний промывочных насадок

Показатели / насадка	УПД-120	НПМ-60	НПМ-80	РНПМ-80 (струи вперед и назад)	РНПМ-80 (струи назад)
Напор на смесителе, МПа	0,97	0,98	0,98	0,99	0,96
Расход, л/с	1,05	0,93	0,93	0,95	1,02
Расход задних струй, л/с	0,9	0,80	0,80	0,57	1,02
Скорость струй, м/с	24,4	27,4	27,4	30,3	16,7
Напор в трубопроводе, см	17,7	31,5	32,0	24,5	37,5

### Выводы

Разработан испытательный стенд для определения обратного гидродинамического напора промывочных насадок.

Насадки НПМ-60, НПМ-80 и РНПМ-80 создают статический эквивалент напора в 1,8–2,1 раза, больший в сравнении со штатной про-

мывочной насадкой УПД-120 – соответственно 31,5; 32; 37,5 и 17,7 см.

Применение насадок НПМ-60, НПМ-80 и РНПМ-80 с полиуретановыми конусообразными манжетами обеспечивает более высокую транспортирующую способность обратного потока.

### Библиографический список

1. Рекомендации по техническому обслуживанию закрытого дренажа и очистке водопропускных сооружений на открытой регулирующей сети с применением новых способов и технологий / А. С. Анженков, Н. Н. Погодин, В. А. Болбышко, Г. Ю. Левин, В. П. Закржевский ; РУП «Институт мелиорации». – Минск : РУП ИВЦ Минфина, 2019. – 68 с.
2. Анженков, А. С. Новые конструктивные решения насадок промывочных / А. С. Анженков, В. А. Болбышко, Н. Н. Погодин // Мелиорация. – 2021. – № 3 (97) – С. 5–12.
3. Техническая эксплуатация закрытой мелиоративной сети / Н. Н. Погодин, А. С. Анженков, В. А. Болбышко, В. П. Закржевский ; НАН Беларуси, Институт мелиорации. – Минск : Беларуская навука, 2022. – 154 с.

Поступила 15 марта 2023 г.