

МЕЛИОРАЦИЯ

УДК 631.3:626:862.91

ОЧИСТКА ЛИНЕЙНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ОТ ЗАИЛЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Н. Н. Погодин, кандидат технических наук, доцент

А. С. Анженков, кандидат технических наук

В. А. Болбышко, кандидат технических наук

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

Анотация

Представлены технологии и разработано оборудование для размыва отложений в линейных гидротехнических сооружениях гидродинамическим способом. Проведена апробация и выработаны наиболее эффективные методы работ. Приведены приблизительные нормы времени на выполнение технологических операций с применением разработанного оборудования.

Ключевые слова: *размыв отложений, линейные гидротехнические сооружения, очистка, технология, устройство, трудозатраты.*

Abstract

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

CLEANING OF THE LINEAR HYDRO-TECHNICAL CONSTRUCTIONS FROM SILTATION BY THE HYDRODYNAMIC METHOD

Technologies and equipment for scouring silting in linear hydro-technical constructions by the hydrodynamic method are presented. The approbation was carried out and the most effective methods of work were developed. The approximate time norms for performing technological operations using the developed equipment are given.

Keywords: *scouring, linear hydro-technical constructions, cleaning, technology, device, labor costs.*

Введение

Эффективность действия мелиоративной системы в основном зависит от нормального функционирования закрытого дренажа и, в частности, пропускной способности водорегулирующих и переездных сооружений на проводящих каналах. Для обеспечения требуемого водного режима на мелиорируемых сельскохозяйственных землях используется обширный комплекс гидротехнических сооружений. На проводящих каналах длиной 156 тыс. км расположено 24,4 тыс. труб-регуляторов и 52,4 тыс. труб-перездов. Очистка от наносов данных сооружений обычно выполняется ручным способом. Она особенно затруднена при наличии воды в канале и диаметре водопропускных сооружений менее 1 м. Разработка гидродинамического способа очистки от наносов данных сооружений во многом повысит

производительность, улучшит условия труда, а также снизит трудоемкость и себестоимость работ.

Обсуждение и результаты.

При наличии воды в каналах существенно снизить трудоемкость работ (10–30 %) при очистке линейных водопропускных сооружений позволяет технология гидродинамической очистки посредством размыва отложений с использованием разработанной в РУП «Институт мелиорации» установки УПК-30 (рис. 1) [1].

Размыв отложений осуществлялся как с применением промывочного рукава из ПВХ, оснащенного головкой прямооточной, так и использованием пожарного рукава диаметром 50 мм и длиной 20 м, оснащенного стволом пожарным при диаметре насадка 13 мм.



Рисунок 1 – Установка промывки устьевого части коллектора УПК-30

Техническая характеристика установки УПК-30 приведена в табл. 1.

Однако применение способа очистки от наносов водопропускных сооружений на базе установки УПК-30, наряду с положительным эффектом, показал также необходимость совершенствования оборудования, а именно: для более эффективной транспортировки пульпы при размыве отложений нужно применять более высокорасходную размывающую струю воды, а также обеспечить возможность управления струей воды, исходящей из насадка, посредством гидромонитора.

Следует также учитывать, что в ряде случаев используемая для размыва отложений вода из канала содержит минеральные включения, в связи с чем мотопомпа должна обеспечивать возможность забора и использования загрязненной воды.

С целью увеличения расходных характеристик оборудования и возможности маневрирования струей воды была разработана установка промывки трубопроводов УПТ-75 (рис. 2).

Установка состоит из двух тележек, на одной из которых установлена мотопомпа МП-90С, выпускаемая Гомельским моторостроительным заводом, а на второй закреплен гидромонитор, соединенный с мотопомпой посредством пожарного рукава.



Рисунок 2 – Установка промывки трубопроводов УПТ-75

Мотопомпа МП-90С предназначена для перекачки загрязненной воды с твердыми включениями до 20 мм, что обеспечивает возможность применения оборудования при высокой мутности и низком уровне воды в канале.

Техническая характеристика мотопомпы МП-90С приведена в табл. 2.

Таблица 1 – Техническая характеристика установки УПК-30

Наименование показателей	Значение
Диаметр коллекторов, мм	75–250
Степень заиления, %	до 100
Промывочный армированный рукав из ПВХ	
– длина, м	30
– внутренний диаметр, мм	35
Заборный резиновый армированный рукав	
– длина, м	8
– внутренний диаметр, мм	50
Головка прямоточная, диаметр, мм	50
Головка промывочная, диаметр, мм	60
Модель мотопомпы	HONDA WB20XT
Производительность максимальная, л/мин (м ³ /ч)	до 600 (36)
Давление, МПа	до 0,3
Высота всасывания, м	8
Мощность, л.с., тах	4
Расход топлива АИ-92, л/ч	1,1
Масса оборудования, кг	80
Обслуживающий персонал, чел.	2

Таблица 2 – Техническая характеристика мотопомпы МП-90С

Наименование показателя	Значение
Производительность максимальная, л/мин (м³/ч)	1400 (84)
Высота подъема, м, не менее	28
Высота всасывания, м, не менее	6
Допустимый размер твердых включений, мм	20
Двигатель, модель	ДК-7
Мощность, кВт	6,6
Удельный расход топлива, кг/ч, не более	2,1
Заборный рукав:	
– длина, м	8
– внутренний диаметр, мм	75
Промывочный напорный рукав:	
– длина, м	20
– внутренний диаметр, мм	75
Габаритные размеры, мм, не более:	
– длина	640
– ширина	510
– высота	570
Масса, кг, не более	63
Обслуживающий персонал, чел.	2

Гидромонитор ГМ-1 предназначен для создания мощной компактной струи воды, используемой для размыва отложений, а также для маневрирования направлением создаваемой струи (рис. 3).

Гидромонитор состоит из рамы 1, установленной на колесах 2, дышла 3, опоры 4, площадки 5, на которой размещается оператор гидромонитора. На раме 1 на вертикальной оси закреплена вилка 6, в которой установлен корпус 7 со стволом 8 с возможностью поворота.

На корпусе 7 закреплен рычаг 9, позволяющий отклонять ствол относительно вертикальной и горизонтальной осей на 30 градусов. Для фиксации ствола 8 в необходимом положении предусмотрены зажимы. К стволу присоединяется пожарный рукав 10. В комплект оборудования входит также опора, на которой при необходимости устанавливается корпус 7 со стволом 8.

При работе гидромонитора с установкой УПТ-75 на ствол 8 устанавливается пожарный рукав

диаметром 75 мм, а при использовании установки УПК-30 – пожарный рукав диаметром 50 мм. Применяются стандартные пожарные рукава длиной 20 м.

Основные характеристики гидромонитора ГМ-1 при работе с установкой УПТ-75 и УПК-30 приведены в табл. 3.

При работе установки УПТ-75 с пожарным рукавом диаметром 50 мм на выходной патрубке мотопомпы МП-90С устанавливается головка переходная ГП-80×50-1,6МП.

Сечение струи воды, исходящей из насадка, не одинаково по всей длине. Чем больше расстояние от обреза насадка, тем больше диаметр струи и угол ее конусности, но тем меньше скорость полета, а следовательно, и сила удара струи. Струю воды принято разбивать на три участка: начальную (компактную), раздробленную (с раздробленной сплошностью течения) и распыленную (с незначительными скоростью и давлением) (рис. 4).

Таблица 3 – Основные характеристики гидромонитора ГМ-1

Марка установки	Диаметр, мм			Габаритные размеры, мм			Масса, кг
	входного отверстия	насадка		длина	ширина	высота	
УПК-30	50	13	23	1930	380	580 (1130)	26
УПТ-75	75	19	40				
	50	13	23				

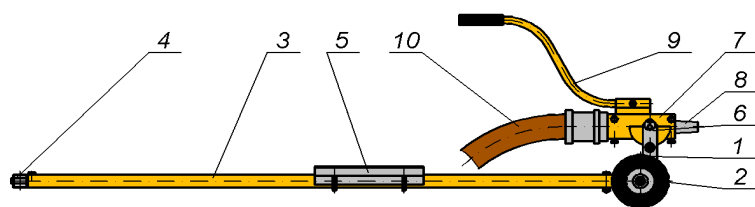


Рисунок 3 – Схема гидромонитора ГМ-1

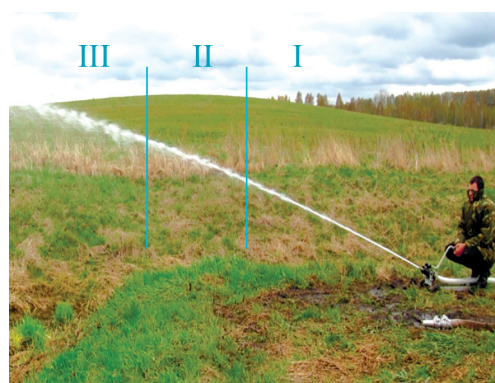


Рисунок 4 – Струя воды, исходящая из насадки гидромонитора ГМ-1

Дальность полета компактного участка струи воды L (м), обеспечивающей разработку отложений грунта в сооружении, зависит от диаметра насадка, скоростного напора и угла наклона струи к горизонту в начальном сечении [2].

$$L = 0,15\sqrt[3]{\alpha d H^2}, \quad (1)$$

где: α – угол наклона струи к горизонту, град.;

d – диаметр насадка, мм;

H – скоростной напор в выходном сечении насадка, м.

Скоростной напор H на выходе из насадка и сила удара струи P (кг) определяются по формулам:

$$H = \frac{v^2}{2g}; \quad P = \frac{\gamma}{g} w v^2, \quad (2)$$

где: v – скорость истечения струи, м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

γ – объемный вес жидкости, кг/м³;

w – площадь сечения струи при выходе из насадка, м².

Установки УПК-30 и УПТ-75 укомплектованы типовыми пожарными стволами с диаметром насадка

соответственно 13 и 19 мм, а также укороченными стволами с диаметром насадка 23 и 40 мм. При работе установки УПТ-75 с пожарным рукавом диаметром 50 мм на выходной патрубке мотопомпы устанавливается типовая головка переходная и применяются пожарные стволы с диаметром насадка 13 или 23 мм.

Основные характеристики установок УПК-30 и УПТ-75 по истечению струи воды из насадка, вычисленные по формулам (2), приведены в табл. 4.

Расход воды, приведенный в данной таблице, получен экспериментальным путем посредством практических замеров.

Сила удара струи, практически измеренная в полевых условиях при испытании установок УПК-30 и УПТ-75, приведена в табл. 5. Сила удара определялась как сила воздействия струи на плоскую поверхность, перпендикулярную ее направлению.

Дальность полета компактного участка струи воды, исходящей из насадка, в зависимости от угла ее наклона к горизонту, определенная по формуле (1), приведена в табл. 6.

Таблица 4 – Основные характеристики установок УПК-30 и УПТ-75 по истечению струи воды из насадка

Марка установки (мотопомпы)	Диаметр насадка, мм	Диаметр пожарного рукава, мм	Расход воды, исходящей из насадка, л/мин	Скорость струи, м/с	Скоростной напор, м	Сила удара струи, кг
УПК-30 (HONDA 20XT)	13	50	163	20,5	21,4	5,7
	23	50	375	15,0	11,5	9,6
УПТ-75 (МП-90С)	19	75	267	15,7	12,6	7,1
	40	75	750	9,9	5,0	12,7
	13	50	164	20,6	21,0	5,7
	23	50	427	17,1	15,0	12,4

Таблица 5 – Сила удара струи воды при работе установок УПК-30 и УПТ-75 в зависимости расстояния от насадка

Марка установки (мотопомпы)	Диаметр насадка, мм	Диаметр пожарного рукава, мм	Расстояние, м	
			5	10
			Сила удара струи, кг	
УПК-30 (HONDA 20ХТ)	13	50	6...9	5...7
	23	50	8...11	7...9
УПТ-75 (МП-90С)	19	75	10...11	4...7
	40	75	12...13	–
	13	50	8...9	6...7
	23	50	12...13	10...11

Таблица 6 – Дальность полета компактного участка струи воды, исходящей из насадка, в зависимости от угла ее наклона к горизонту

Марка установки (мотопомпы)	Диаметр насадка, мм	Диаметр пожарного рукава, мм	Угол наклона струи воды к горизонту, град.				
			2	4	6	8	10
			Дальность полета струи, м				
УПК-30 (HONDA 20ХТ)	13	50	9,4	11,9	13,6	15,0	16,1
	23	50	7,6	9,5	10,9	12,2	12,9
УПТ-75 (МП-90С)	19	75	7,5	9,5	10,8	11,9	12,9
	40	75	5,2	6,6	7,6	8,3	9,0
	13	50	9,5	12,0	13,7	15,1	16,3
	23	50	9,0	11,3	13,0	14,3	15,4

При очистке водопропускного сооружения от отложений необходимо в первую очередь учитывать его диаметр, дальность полета струи, силу ее удара и расход подаваемой воды. При диаметре водопропускного сооружения до 1,0 м наиболее эффективно применение установки УПК-30 с диаметром насадка 13 мм и установки УПТ-75 с диаметром рукава 75 мм и насадка 19 мм, а при диаметре рукава 50 мм – насадка с диаметром 13 мм. При диаметре водопропускного сооружения более 1,0 м и возможности доступа к нему со стороны как нижнего, так и верхнего бьефов и достаточным расходом воды в канале целесообразно размыть отложения осуществлять при максимальном расходе воды – 375, 750 и 427 л/мин. – и соответственно применять с обеспечением данного расхода насадки (см. табл. 4).



Рисунок 5 – Размыв отложений в полости сооружения с применением гидромонитора ГМ-1 при нижнем уровне расположения ствола

При выборе марки установки необходимо учитывать, что мотопомпа HONDA 20ХТ предназначена для перекачки чистой, а мотопомпа МП-90С – загрязненной воды.

При недостаточном расходе воды для аккумуляции необходимого ее объема в русле канала на расстоянии 1–2 м от понура устанавливается мягкая плотина [1].

Размыв отложений в полости водопропускного сооружения обычно начинается со стороны его выходного отверстия. В зависимости от уровня воды в канале и технологических условий работы ствол гидромонитора устанавливается в двух положениях: первое – на расстоянии 0,25 м от поверхности основания (рис. 5); второе – на опоре с расстоянием 0,65 м от поверхности основания (рис. 6).



Рисунок 6 – Промывка отложений в полости трубы-переезда при установке гидромонитора ГМ-1 на опоре

Эффективный размыв отложений происходит на расстояние дальности полета компактного участка струи воды (см. табл. 6). При невозможности полного размыва отложений со стороны рисбермы последующий размыв выполняется со стороны понура.

Смытые отложения распределяются в предварительно углубленный канал на глубину 0,2...0,3 м и длиной, соответствующей объему наносов, находящихся в сооружении. Вариантом утилизации наносов является их подчистка экскаватором, оборудованным циркульным ковшом.

В ряде случаев отложения в водопропускных сооружениях содержат камни, ветки, а при расположении объектов в населенных пунктах часто встречаются также бытовые отходы. Полностью извлечь данные предметы из полости сооружения с помощью промывки иногда не представляется возможным, в связи с чем необходимо применять багор (рис. 7).

Багор состоит из трех свинчивающихся между собой отрезков трубы диаметром $\frac{1}{2}$ или $\frac{3}{4}$ дюйма. Рабочая часть включает в себя две части, на одной из которых приварен багор, а на второй – скребок.

Удаляя или добавляя среднюю часть багра можно регулировать длину устройства.

При невозможности полной очистки трубчатых переездов диаметром до 0,6 м с применением гидромонитора ГМ-1 при их доочистки может применяться следующая технология.

На пожарный промывочный рукав диаметром 75 мм закрепляется головка промывочная диаметром 80 мм (рис. 8).

Вид струй воды, исходящих из промывочной головки, представлен на рис. 9.

Пожарный рукав с промывочной головкой вручную продвигается в полость трубопровода на расстояние 3–4 м, и в процессе промывки рабочий частично его вытаскивает, чтобы обеспечить очистку данного участка. Затем операция по промывке повторяется, но рукав продвигается уже на 4–8 м и т. д. до полной очистки сооружения.

Примерные нормы времени на размыв отложений в трубах-регуляторах и трубах-переездах гидродинамическим способом с использованием установки УПТ-75 с гидромонитором ГМ-1 приведены в табл. 7.

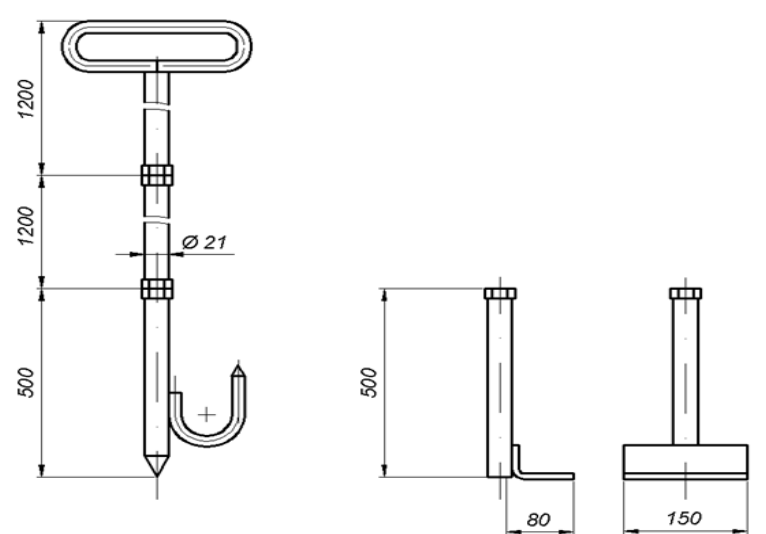


Рисунок 7 – Схема багра



Рисунок 8 – Установка головки промывочной на пожарном рукаве



Рисунок 9 – Струи воды, исходящие из головки промывочной

Таблица 7 – Затраты труда на очистку трубчатых водопропускных сооружений от заиления с применением установки УПТ-75 по сравнению с очисткой ручным способом

Наименование технологий	Номер расценок, элементы затрат	Диаметр трубчатых переездов, м				
		0,6	0,8	1,0	1,2	1,5
		Затраты труда на очистку трубчатых переездов длиной 10 м, чел.-ч.				
Действующая (ручная) очистка	Е 71-25 Очистка от наносов трубчатых переездов длиной 10 м	4,23	5,39	7,30	9,20	11,90
	Объем наносов, м ³	1,70	2,10	2,50	2,74	3,10
Очистка посредством размыва с применением установки УПТ-75	Очистка от наносов трубчатых переездов посредством размыва с применением установки УПТ-75	3,59	4,43	5,55	6,08	6,88
Снижение затрат по предлагаемой технологии по сравнению с действующей, %		15,1	17,8	24,0	33,9	42,2

Как следует из табл. 7, затраты труда на очистку трубчатых водопропускных сооружений от заиления с применением установки УПТ-75 по сравнению с очисткой ручным способом снижаются на 15–42 %.

ВЫВОДЫ

1. При наличии воды в каналах эффективным способом очистки от заиления труб-переездов и труб-регуляторов является их промывка с применением разработанных в РУП «Институт мелиорации» установок УПК-30 и УПТ-75.

2. Применение установок УПК-30 и УПТ-75 повышает производительность труда при очистке труб-переездов и труб-регуляторов.

Библиографический список

1. Технологический регламент очистки от наносов труднодоступных элементов линейных и гидротехнических сооружений на открытой и закрытой мелиоративной сети с использованием средств малой механизации / РУП «Институт мелиорации». – Минск, 2016. – 39 с.

2. Киселев, П. Г. Справочник по гидравлическим расчетам / П. Г. Киселев. – Ленинград : Госэнергоиздат, 1961. – С. 47-49.

Поступила 01.02.2019