

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Институт «Архитектурно-строительный»
Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент

_____ 20__ г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ Д.В. Ульрих
_____ 20__ г.

Проект очистки русла реки Увелька и береговой линии от
заносов и заиливания в Увельском районе Красносельского
сельского поселения

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 08.04.01.2021.305-04.037 ПЗ ВКР

Руководитель ВКР магистра
к.т.н., доц.,

_____ Д.В. Ульрих
_____ 20__ г.

Автор ВКР
студент группы АСз-391

_____ А.В Крутолапов
_____ 20__ г.

Нормоконтролер

_____ Е.В. Николаенко
_____ 20__ г.

Челябинск 2021

РЕФЕРАТ

Крутолапов А.В. Проект очистки русла реки Увелька и береговой линии от заносов и заиливания в Увельском районе Красносельского сельского поселения. – Челябинск: ЮУрГУ, АСз-391, 2021. – 64 с., 27 ил., 6 табл., библиогр. список – 13 наим., 3 чертежа.

Ключевые слова: донные отложения, русло реки, обезвоживание.

Объектом исследования являются донные отложения реки Увелька. Цель работы – выбрать современный метод очистки русла реки и утилизации донных отложений на примере реки Увелька, в поселке Красногорский.

В первом разделе дана краткая характеристика донных отложений и проведен анализ существующих методов очистки русла реки от донных наносов, а также обезвоживания осадка.

Второй раздел посвящен изучению границ предполагаемых работ по очистке русла реки и подсчитан объем работ по удалению и утилизации донных отложений.

В третьем разделе представлены результаты и методы очистки и утилизации донных отложений реки Увелька и оценка экономической эффективности выбранной технологии.

| | | | | | | | | |
|-------------------|-------------|------------------------|----------------|-------------|---|--|-------------|---------------|
| | | | | | <i>ЮУрГУ – 08.04.01.2021.305-04.037.ПЗ</i> | | | |
| <i>Изм</i> | <i>Дата</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Разраб.</i> | | <i>Крутолапов А.В.</i> | | | <i>Очистка русла реки Увелька и береговой линии от заносов и заиливания в Увельском районе, Красносельского сельского поселения</i> | <i>Литера</i> | <i>Лист</i> | <i>Листов</i> |
| <i>Проверил</i> | | <i>Ульрих Д.В.</i> | | | | <i>ВКР</i> | <i>6</i> | <i>64</i> |
| <i>Нормоконтр</i> | | <i>Николаенко Е.В.</i> | | | | <i>ЮУрГУ (НИУ)</i> | | |
| <i>Зав. каф.</i> | | <i>Ульрих Д.В.</i> | | | | <i>Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»</i> | | |

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 9 |
| 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР | 11 |
| 1.1 Влияние загрязнения и заиления русла реки на особенности динамики речного потока, экологических показателей и руслового процесса..... | 11 |
| 1.2 Причины прогрессирующего загрязнения и заиления речных русел. | 16 |
| 1.3 Существующие методы и оборудование по очистке русла реки и береговой полосы от наносов и заиливания..... | 19 |
| 1.4 Способы утилизации донных отложений..... | 25 |
| 1.5 Выводы..... | 30 |
| 2 ОЧИСТКА БЕРЕГОВОЙ ПОЛОСЫ И РУСЛА РЕКИ УВЕЛЬКА ОТ ЗАНОСОВ И ЗАИЛИВАНИЯ..... | 32 |
| 2.1 Общая характеристика реки Увелька..... | 32 |
| 2.2 Исходные данные..... | 35 |
| 2.3 Визуально-инструментальный метод обследования существующего состояния русла реки и береговой линии..... | 35 |
| 2.3.1 Фотоотчет по результатам обследования русла реки и береговой линии. | 35 |
| 2.3.2 Ситуационный план с границей предполагаемых работ по очистке русла реки и береговой линии..... | 38 |
| 2.3.3 Выводы по результатам визуально-инструментального обследования русла реки и береговой линии. | 38 |
| 2.4 Расчеты толщины слоя отложений и наносов..... | 39 |
| 2.5 Объемы работ по очистке берега реки Увелька от водной и кустарниковой растительности | 42 |
| 2.6 Выводы..... | 43 |
| 3 РЕЗУЛЬТАТЫ И МЕТОДЫ..... | 44 |
| 3.1 Технологические решения очистки и утилизации донных отложений реки Увелька..... | 44 |
| 3.1.1 Выбор метода и подбор оборудования для очистки русла реки и береговой линии от заносов и заиливания | 44 |

| | |
|--|----|
| 3.1.2 Выбор метода для обезвоживания и сушки донных отложений | 48 |
| 3.1.3 Работы по очистке берега реки Увелька от водной и кустарниковой растительности | 55 |
| 3.2 Оценка экономической эффективности технологии..... | 57 |
| 3.3 Выводы..... | 60 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 61 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 63 |

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы

Одним из важнейших факторов, при оценке гидроэкосистемы рек, а именно руслового процесса и динамики русла реки является донные отложения. Изъятие значительной части стока рек, возрастающее использование водосборных площадей, а также сброс загрязненных сточных вод в реки приводит к прогрессирующему загрязнению и заилению речных русел.

Образование донных наносов на участках большой протяженности приводит к заилению, занесению и соответственно к обмелению русла реки. Условием для поддержания необходимых санитарных требований и нормального функционирования реки является проведение мероприятий по очистке русла реки, в том числе поддержанию его в не заиленном состоянии.

В связи с этим, **целью** данной работы является выбор современного метода очистки русла реки и утилизации донных отложений на примере реки Увелька, в поселке Красногорский.

Для достижения поставленной цели в работе были выдвинуты следующие **задачи**:

1. Провести литературный обзор по вопросу образования донных отложений и проанализировать существующие методы очистки русла реки от донных наносов, а также обезвоживания осадка.
2. Провести отсчет по результатам обследования границ предполагаемых работ по очистке русла и береговой линии реки Увелька в предполагаемых границах участка проведения работ.
3. Провести расчеты толщины слоя донных отложений и наносов, посчитать объемы работ по очистке русла реки и береговой линии от водной и кустарниковой растительности, на основе геодезической съемки с глубинами реки Увелька.

4. Выбрать технологию и подобрать оборудование для очистки и обезвоживания донных отложений реки Увелька.
5. Выполнить подсчет основных капитальных и эксплуатационных затрат.

Практическая значимость заключается в подготовке исходных данных для организации проекта по очистке русла реки и береговой линии реки Увелька в районе водозаборных сооружений.

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Влияние загрязнения и заиления русла реки на особенности динамики речного потока, экологических показателей и руслового процесса

Анализ особенностей руслового процесса, динамики речного потока и экологических показателей требует исследования влияющих факторов и оценки масштабов их влияния. Такими факторами являются загрязнение и заиление русла реки.



Рисунок 1 – Русло равнинной реки

Русловые процессы – совокупность процессов и явлений, связанных с воздействием комплекса различных антропогенных и природных факторов на поверхность суши и поверхности русла реки. Русло реки и речной поток составляют единую систему, в которой осуществляется взаимодействие грунта, которые слагают ложе рек и представляют собой элемент литосферы – часть

системы, остающуюся неподвижной, а также потока, который находится в постоянном движении, и является элементом гидросферы, и обладает мощностью и кинетической энергией. Загрязнение поверхностных вод является одной из главных причин заиливания рек и оказывает огромное влияние на экологическую систему, а именно на состав донных осадков, которые составляют с водной средой единое целое.

Динамика речного потока рек изменяется в пространстве и времени. Под этим следует понимать изменение количества воды, уровня воды, скорости ее течения по временам года в многолетнем разрезе и на различных участках реки.

Экологическое состояние рек также изменяется в пространстве и времени. В общем контексте под этим понятием понимается возможность использования ее для непромышленного рыбоводства, использования ее для зоны отдыха, проживающего вблизи ее населения, а также для нужд сельского хозяйства.

Ухудшение состояния реки, с экологической точки зрения, обусловлено непосредственным загрязнением воды сельскохозяйственными и промышленными стоками, а также в загрязнении донных осадков токсичными тяжелыми металлами и в интенсивном заиливании русла, в следствии выбросов отходов производства металлургических и машиностроительных предприятий. Процесс заиливания русла в значительной мере является естественным и не обязательно связан с промышленными стоками. В региональном плане усиление его существенно обусловлено интенсификацией сельскохозяйственной обработки земли, способствующей эрозии почвы.



Рисунок 2 – Загрязнение реки промышленными стоками



Рисунок 3 – Эрозия почвы



Рисунок 4 – Загрязнение реки бытовым мусором

Донные отложения (или донные осадки) – минеральные вещества, отложившиеся на дне рек, озер, морей и океанов в результате биологических, химических и физических процессов. Изучение состава донных отложений рек с целью установления компонентов, оказывающих долговременное техногенное и токсическое воздействия на окружающую среду, позволило предположить, что токсичные донные осадки являются источником вторичного загрязнения вод вследствие переноса этих отложений во время половодий и паводков, а также в следствии взмучивания.

Донные наносы – преимущественно крупные частицы, которые перемещаются потоком в придонном слое реки путём перекатывания или влечения, а также путём перемещения на менее длинные дистанции. Иногда эти наносы могут достигать поверхности потока, если выбрасываются вихревыми токами на большую высоту. Так как изменение гидравлических характеристик потока (уклонов, скорости течения, глубины и др.) постоянно происходит, то

донные наносы из общей массы транспортируемых потоком наносов выделяются только условно. Большая часть зерен донных наносов в период, когда движение отложений прекращается, участвует в образовании рифелей, донных гряд, побочней и прочих русловых аккумулятивных видов, продолжающих оставаться активными, при этом не меняются в гидрологическом режиме. Таким образом, в зависимости от генезиса, то есть происхождения русловой формы рельефа, а также различных скоростей потока и строения русла в разных участках, эти русловые аккумулятивные формы могут перемещаться вниз и вверх по руслу. Скорости этих перемещений различаются между собой, но могут составлять более десяти метров в год, что представляет большую угрозу для фундаментов и опор транспортных и гидротехнических сооружений. Гидравлические характеристики, а именно скорость образования грядовых донных форм гораздо быстрее, и на отдельных участках (рифели, донная рябь) могут изменяться, а также менять своё местоположение за интервалы времени порядка нескольких секунд.



Рисунок 5 – Донные наносы у берега реки

1.2 Причины прогрессирующего загрязнения и заиления речных русел

Изъятие значительной части стока рек, возрастающее использование водосборных площадей, а также сброс загрязненных сточных вод в реки приводит к прогрессирующему загрязнению и заилению речных русел. Речное русло в естественном состоянии представляет собой результат продолжительного взаимодействия твердого и жидкого стока, поступающего в водоток с площади водосбора.

В следствии процесса эрозии грунтов на площади водосбора образуются взвешенные наносы, которые являются твердым стоком. Распределение во времени жидкого (водного) стока с площади водосбора и его объем определяется характером питания водотока (дождевое, снеговое, грунтовое).

Наносы могут представляться в двух видах: песчаные наносы и ил (рисунок 6, 7).

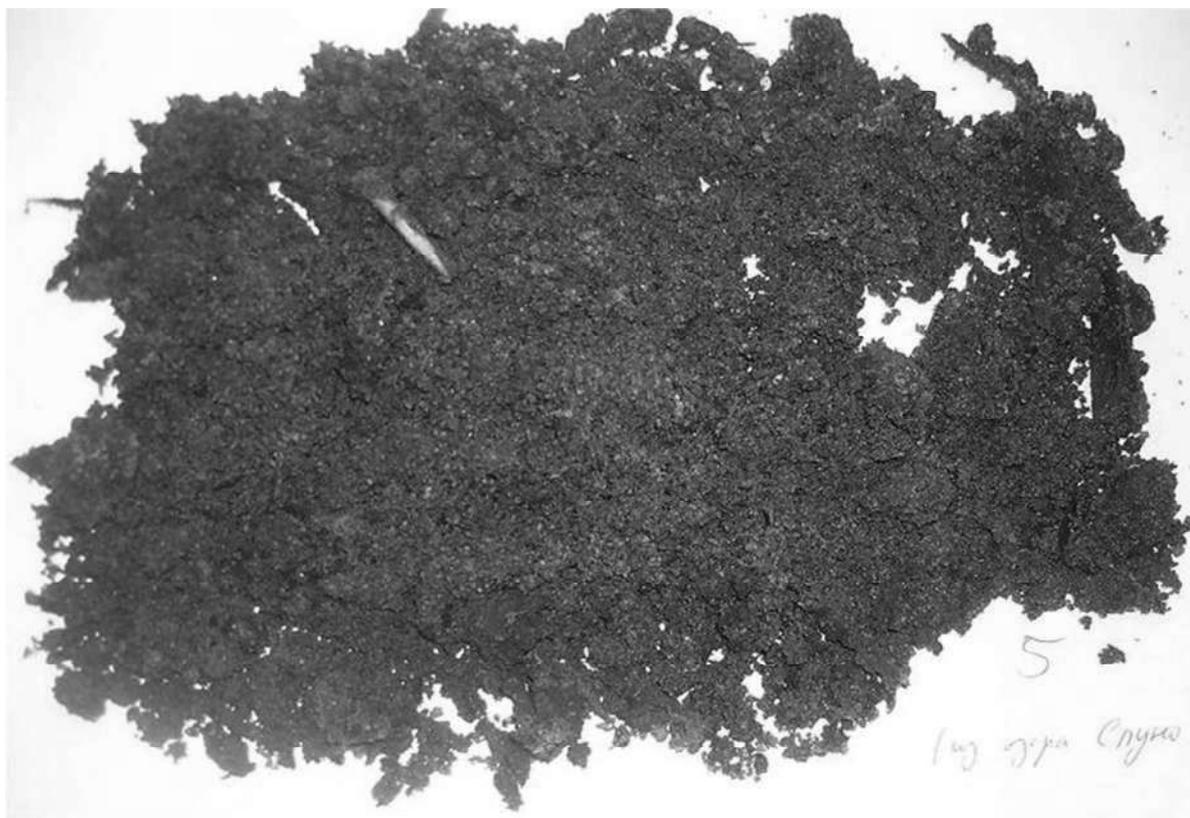


Рисунок 6 – Песчаные наносы



Рисунок 7 – Ил

Распределение во времени водного стока, и его объем в условиях сформировавшегося речного русла определяют количество взвеси, которое перемещается потоком без осаждения в речном русле, т.е. транспортирующую способность потока реки. Техногенное нарушение отношения количества взвеси, поступающей с площади водосбора, и способность водотока транспортировать эту взвесь, является одной из главных причин заиления русла реки.

Скорость течения речного потока определяет его транспортирующую способность. Вследствие того, что сток аккумулируется в паводок, а также происходит отбор стока в межень для хозяйственного использования, транспортирующая способность, и соответственно скорости течения

уменьшается. Например, при сокращении расхода в реке на $1/4$; приводит к снижению транспортирующей способности потока на 50%.

Скорости течения реки зависят также от режима уровней, а не только от величины расхода. При создании перегораживающих сооружений таких, как например водозабор, обыденный режим уровней нарушается в сторону искусственного увеличения глубин, в следствии чего транспортирующая способность и скорость реки падает. Это приводит к тому, что водоток заиливается на значительных по протяженности участках выше гидротехнических сооружений.

Изменение расхода воды, а также средней и максимальной скорости водотока уменьшает размывающую способность речного потока. В итоге прогрессирует процесс аккумуляции отложений и накопленные русловые отложения не могут размываться речным потоком.

Заиление русла также иногда вызвано и увеличенным поступлением продуктов эрозии с водосборной площади, связанное с вырубкой лесов и лесонасаждений, распашкой значительных площадей, отсутствием рациональной агротехники, нарушением водоохраных зон, и прочими условиями. Этот процесс, при постоянном режиме стока, приводит к тому, что расход и скорость речного потока оказывается недостаточной для транспортировки взвесей, поступающих в поток. В результате этот процесс вызывает заиление, так как излишки взвешенных веществ осаждаются в речном русле.

Значительное количество взвеси поступает в водоток со сточными водами, не прошедшими очистку, а также с поверхностным стоком с животноводческих комплексов, селитебных и городских территорий, промышленных площадок и т.п. Так как сбросы неочищенных сточных вод являются долговременными, они представляют опаснейший источник загрязнения и заиления русла реки. Мелкие частицы взвешенных веществ, которые попадают в водоток из источников загрязнения, осаждаются в русле с низкой скоростью, тем самым создавая загрязненные зоны на участках значительной протяженности.

Поступление взвешенных веществ, которые содержат нефтепродукты, органику и другие примеси техногенного и антропогенного происхождения, в водоток, перемешивания их с грунтами русла, продолжительный процесс консолидации усиливают связь донных грунтов, а также устойчивость их к размыву. При этом, даже если режим стока не нарушается, речной поток не всегда может размывать неочищенные донные отложения и обеспечить периодическую самостоятельную очистку русла. На участках большой протяженности это приводит к заилению, занесению и соответственно к обмелению русла реки. Поэтому, условием для поддержания необходимых санитарных требований и нормального функционирования реки является проведение мероприятий по очистке русла реки, в том числе поддержанию его в не заиленном состоянии.

1.3 Существующие методы и оборудование по очистке русла реки и береговой полосы от наносов и заиливания

На данный момент для очистки от донных отложений применяются 4 группы методов: механизированный, гидромеханизированный, ручной и взрывной.

Если донные наносы имеют высокую ценность и качественный состав, он может использоваться для косметических, медицинских и прочих целей. Для того, чтобы не снизить качество донных отложений применяется ручной способ, так как механическое вмешательство может навредить его свойствам.

Взрывной способ в настоящее время применяется крайне редко, так как данный метод опасен и сложен в исполнении, если очищаемый водоем находится рядом с поселением. В основном используется на судоходных реках для поддержания необходимой глубины.

Механизированные способы с помощью канатно-экскаваторных установок, канатно-скреперного механизма, ковшового экскаватора устарели. Причиной этого является длительная подготовка трасс, которая обеспечивает

свободное перемещение анкерной и рабочей опор установки, продолжительный подготовительный этап, а также необходимость опорожнения водохранилища на длительный период.

В настоящее время гидромеханический способ нашел широкое применение при очистке русел рек и береговой полосы от заиливания и наносов.

Если русло и дно реки механически не освободить от мусора, излишнего ила, антропогенных и прочих загрязнений, то химические и биологические не помогут достигнуть желаемого результата, так как будут иметь малый, непродолжительный эффект. Поэтому первоначально необходимо провести гидромеханическую очистку русла реки, так как это самое важное природоохранное мероприятия. Таким образом, возможен запуск естественных процессов самостоятельной очистки реки.

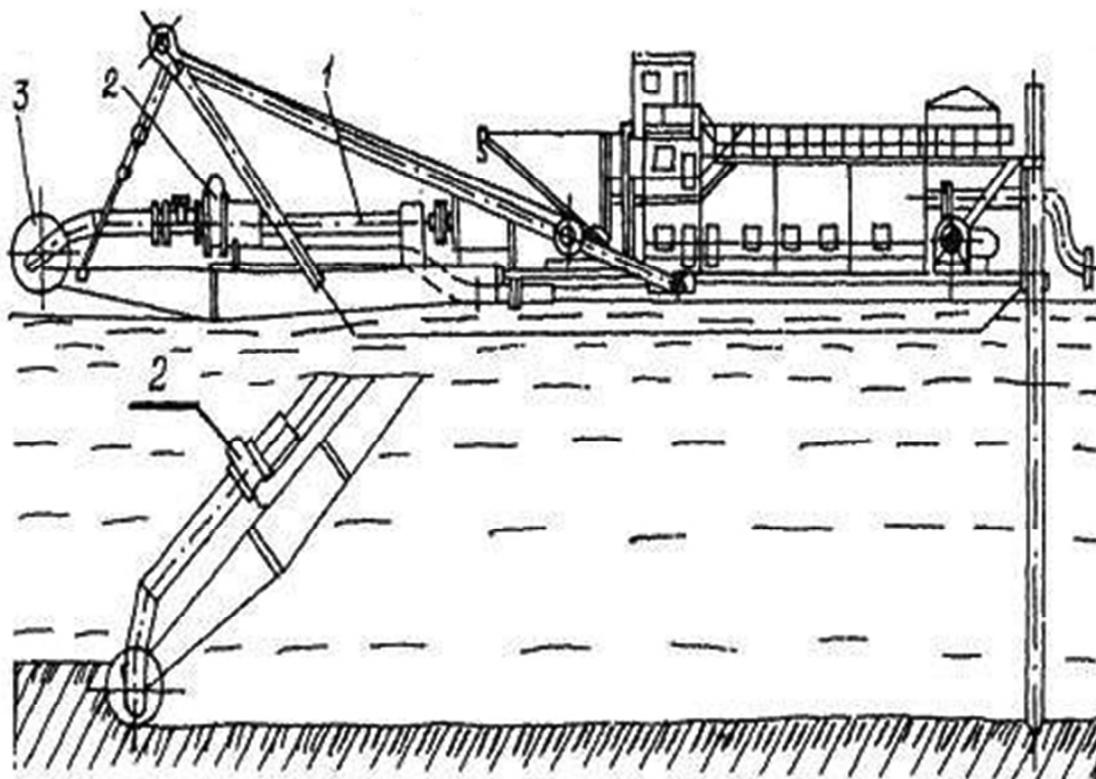
В большинстве случаев гидромеханизованный способ очистки русла реки осуществляется при помощи земснарядов. Применения земснарядов для проведения данных видов работ признается специалистами наиболее эффективным. При помощи погружного насоса достаточной мощности, земснаряд собирает наносы со дна водоема, и, с помощью системы трубопроводов для откачки, вода с илом подается на заблаговременно разработанные иловые карты, которые разрабатываются вначале работ по очистке речного дня. У данного способа есть ряд недостатков, например, в условиях регулирования стока возможна опасность разноса на большие расстояния взмученного осадка.

Рассмотрим конструкцию данного гидротехнического оборудования. Из чего состоит земснаряд:

- основные узлы: всасывающий трубопровод, грунтозаборное устройство, грунтовой насос, агрегаты для перемещения грунтозаборного устройства, напорный трубопровод;
- вспомогательное оборудование: подъемные и опускающие механизмы, корпус земснаряда, энергетические установки, вспомогательные насосы для подачи чистой воды;

- оборудование для производительности и безопасности: контрольно-измерительные приборы, система управления, противопожарные, вентиляционные, отопительные устройства, системы связи, освещения и оповещения.

На рисунке 8 изображен чертеж земснаряда, показывающий схему его конструкции в наглядном виде.



1. ДВУХОПОРНЫЙ ВАЛ 2. ПОГРУЖНОЙ ГРУНТОВОЙ НАСОС 3. РОТОРНЫЙ РЫХЛИТЕЛЬ

Рисунок 8 – Конструкция земснаряда

В зависимости от характеристик насосного оборудования для отсоса грунта обеспечивается непрерывная работа земснаряда. Для этого насос должен иметь высокую устойчивость к твердым веществам. Насосное оборудование обычно размещается в трюме – данное размещение помогает избежать процесса кавитации, снижающий срок эксплуатации насоса.

Принцип работы земснаряда для очистки русла реки следующий:

- для начала производятся предварительные расчеты, для определения необходимой проходимости трубопровода и скорости подачи смеси;

- далее трубопровод насосного оборудования с залитой внутрь водой заглубляется до дна реки, затем производится запуск двигателя и редуктора;
- затем вода с частицами почвы втягивается во внутрь, посредством создания вакуума, так как происходит откачка воздуха из всасывающей трубы;
- шлам поступает в насос и перекачивается на баржу, или сразу на берег;
- движение данной системы происходит при помощи лебедок или свайного хода (либо их комбинации).

Весь процесс, от запуска до остановки оборудования, происходит с пульта управления, находящийся у багермейстера в рубке управления.



Рисунок 9 – Процесс очистки русла реки при помощи земснаряда

В зависимости от эксплуатационных качеств марки земснаряда происходит выбор необходимого оборудования. Их механические показатели определяют возможность реализации определенного круга задач. К данным характеристикам относятся:

- производительность – от 1 м³/ч до 5 тыс. м³/ч по твердому грунту, в зависимости от поставленной цели, от небольшого оборудования для личных хозяйств, до земснарядов большой производительности;
- способ энергоснабжения – электрический, дизельный или смешанный;
- тип грунтозаборного устройства – роторный, фрезерный, или свободное всасывание (в зависимости от вида грунта);
- тип трубопровода для откачки пульпы – пластиковый, резиново-тканый (более мобильные) или стальной, металлический (менее мобильный);
- величина конструктивных узлов – при частом перемещении оборудования данный показатель имеет значение.

Стоит учитывать предполагаемую скорость течения, глубину разработки, среду, в которой будет использоваться оборудования (это может быть, как соленая, щелочная, так и пресная).

Для классификации земснарядов используются следующие признаки:

- конструкция земснарядов: неразборные и разборные;
- часовая производительность земснарядов: особо малые (менее 50 м³/ч), малые (от 50 до 200 м³/ч), средние (от 200 до 500 м³/ч), крупные (от 500 до 1000 м³/ч), особо крупные (более 1000 м³/ч);
- способ грунтозабора земснарядов: без предварительного рыхления или с ним;
- способ перемещения земснарядов: самоходные и несамоходные;
- способ управления земснарядов: с автоматическим, дистанционным, или ручным управлением.

Все виды земснарядов делятся по типу энергоснабжения, способу транспортирования грунта, количеству грунтовых насосов, размещению основного оборудования.

В некоторых случаях процесс чистки реки от донных наносов осуществляется при помощи водоструйных эжекторов, пневмогрунтососов и погружных шламовых насосов, так как из-за особенностей берега и русла реки,

а также прочих природных условий применение земснаряда не всегда представляется возможным.

Для откачки воды и отсоса рыхлых пород грунта применяются водоструйные эжекторы. Это гидравлическое устройство, которое работает на основе теоремы Бернулли.

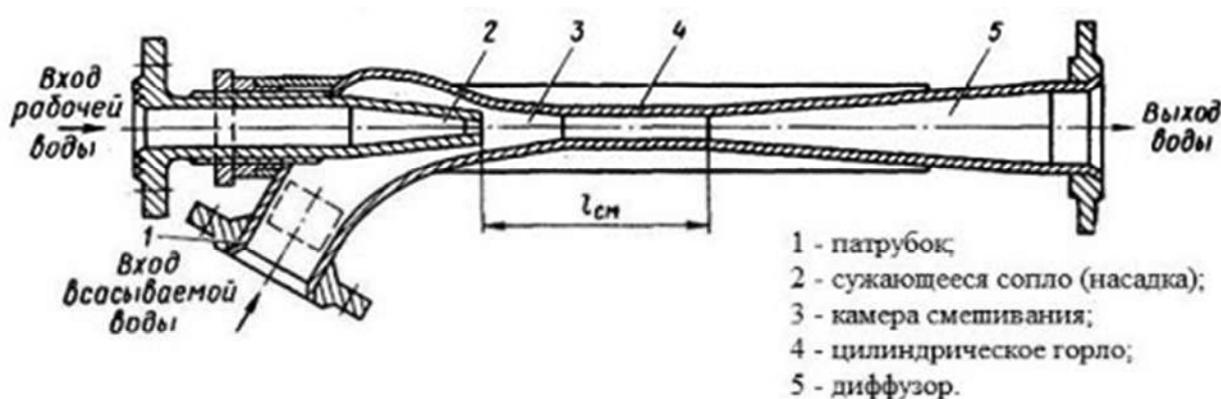


Рисунок 10 – Принцип работы водоструйного эжектора

Водоструйные эжекторы бывают стационарными, на фланцевых соединениях, и переносными. Для очистки русла реки обычно используют эжектор водоструйный переносной погружной по типу ВЭЖП-25П – ВЭЖП-100П. Недостатком данного метода является то, что откачка донных и иловых отложений производится с глубины не более 4 м, что накладывает ряд ограничений на использование водоструйных эжекторов.

Пневмогрунтосос - это оборудование, предназначенное для откачки сыпучих и рыхлых пород грунта под водой. Пневмогрунтосос представляет собой металлическую трубу с коническим воздушным коллектором в средней части. Верхний конец трубы с шлангом служит для отвода пульпы, а нижний – для отсасывания грунта. С помощью штуцеров, к коллектору монтируются шланги, затем в них подаётся сжатый воздух с поверхности компрессора. Недостатком данного метода является то, что эффективность откачки наносов начинается с глубины 5 метров и возрастает с её увеличением.

Шламовый погружной насос используется для перекачки грязи, песка, высоко абразивных и вязких смесей, ила, грязи и т.д. Этот тип насоса

эффективен при очистке водоемов и рек, имеющих обрывистый или скалистый берег, так как максимальная высота подъема у данного оборудования до 29 метров.

Способ очистки, при котором осадок удаляется путем разжижения пульпы гидромониторами, а затем перемещается на нижерасположенный участок уровня слоя текущей пульпы. Гидромонитор (рисунок 11) представляет собой ствол из сужающейся стальной трубы, в которую под давлением порядка 10 атм. подается вода, и выбрасывается из этой трубы с высокой скоростью.

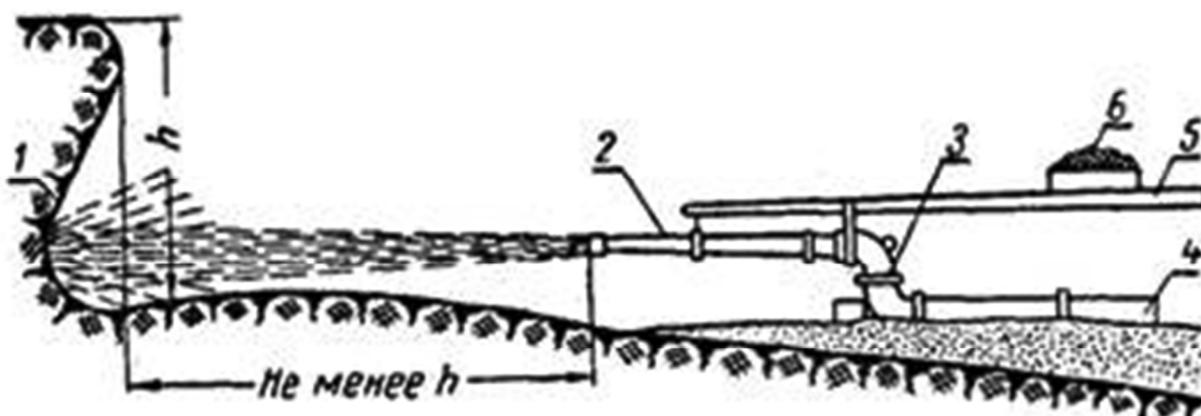


Рисунок 11 – Схема работы гидромонитора:

1 - забой; 2 - гидромонитор; 3 - шарнир; 4 - напорный трубопровод; 5 - водило; 6 – противовоздушный клапан

Минусом данного способа является то, что он применяется только в условиях возникновения непродолжительного, слабого течения. Также, при использовании данного метода очистки дна существует возможность взмучивания разжиженного ила с последующим его распространением во всем объеме потока. В данных условиях качество регулируемого рекой стока значительно ухудшается, в результате чего водопотребление из данной реки может быть прекращено.

1.4 Способы утилизации донных отложений

Высокая влажность, загрязнения токсичными веществами и тяжелыми металлами являются основными проблемами утилизации донных отложений. В

целях уменьшения объема и сокращения поступления вредоносных веществ в окружающую среду донные отложения обезвоживают.

В настоящее время основным способом утилизации донных отложений рек является естественная сушка на иловых площадках. Для хранения, естественного обезвоживания и сушки данного объема отложений предусматриваются иловые площадки на берегу реки. Иловые площадки состоят из карт, окруженных со всех сторон валиками. Размеры карт и число выпусков определяют, исходя из влажности осадка, дальности разлива и способа уборки после высыхания. Дальности разлива отложений с влажностью 80-90% может составлять 20-25 м при двустороннем напуске.

Иловые карты, несмотря на низкую энергоемкость и простоту обслуживания, имеют ряд недостатков: выбросы в атмосферу, отчуждение значительных площадей, зависимость от случайных погодных факторов, сбросы в виде утечек и просачиваний в грунт. Значительно замедляет процесс сушки донных отложений то, что иловые площадки в процессе эксплуатации принимают большое количество атмосферных осадков, что не позволяет достичь нужных показателей.

Опыт использования иловых карт показывает, что в течение 3-4 лет данный процесс способен снизить исходную влажность на 10-15%, в следующие пару лет, при применении ворошения – на 25-30%. В дальнейшем используются аппаратные методы обезвоживания, с целью сокращения площадей и рекультивирования иловых карт. Данный метод требует больших капитальных затрат на проектирование и обустройство инфраструктуры. Также, при эксплуатации, аппаратный метод обезвоживания потребует дорогостоящее обслуживание, и, соответственно больших финансовых затрат на ремонт инфраструктуры и оборудования цеха. Данный метод обезвоживания требует высокую квалификацию обслуживающего персонала и высокие требования к составу обезвоживаемых веществ, таких как отсутствие волокнистых, крупных и твердых вкраплений. Далее, из оборудования для

обезвоживания, осадок поступает на полигоны депонирования, где высока вероятность насыщения атмосферными осадками и увеличением в объеме.

Современной альтернативой данному способу обезвоживания донных отложений является технология геотуб. Геотубы представляют собой цилиндрические объемные системы, изготавливаемые из долговечного и высокопрочного геотекстиля из тканого полиэтиленового, полиэфирного, полипропиленового материала. Конструкции геотуб выдерживают высокие динамические и статические нагрузки. Данный материал не подвергается воздействию ультрафиолетового излучения, химическому воздействию щелочей и кислот, биологическому воздействию. Данная технология является отличным решением для складирования и обезвоживания донных отложений, так как материал, который используется при их изготовлении обладает высоким коэффициентом фильтрации. Поэтому преимуществом применения геотуб перед естественной сушкой на иловых картах является исключение выбросов в атмосферу вредных веществ, а перед аппаратным обезвоживанием – энергоемкость и низкие финансовые затраты.



Рисунок 12 – Способ обезвоживания изъятых донных отложений с помощью технологии геотуб

Технологический процесс данного способа обезвоживания заключается в следующем: контейнер геотуб заполняется водной суспензией и через поры геотекстиля фильтруется вся вода, тем самым отделяясь от твердых частиц. В результате контейнер вскрывается, выжатый грунт остается на месте проведения работ в режиме пассивного хранения осадка или вывозится.

После обезвоживания, разнообразные по механическому составу грунты уплотняются, что упрощает складирование, погрузку и транспортировку, или планирование на месте проведения работ.

Обычно при обезвоживания донных отложений с помощью данной технологии выделяют четыре периода:

- 1) спустя месяц: влажность уменьшается примерно на 25%;
- 2) 3-6 месяцев: уменьшение влажности порядка 30-35%;
- 3) годовой цикл с промораживанием, оттаиванием и естественной подсушкой;
- 4) обезвоженные отложения: уменьшение влажности на 40-45%.

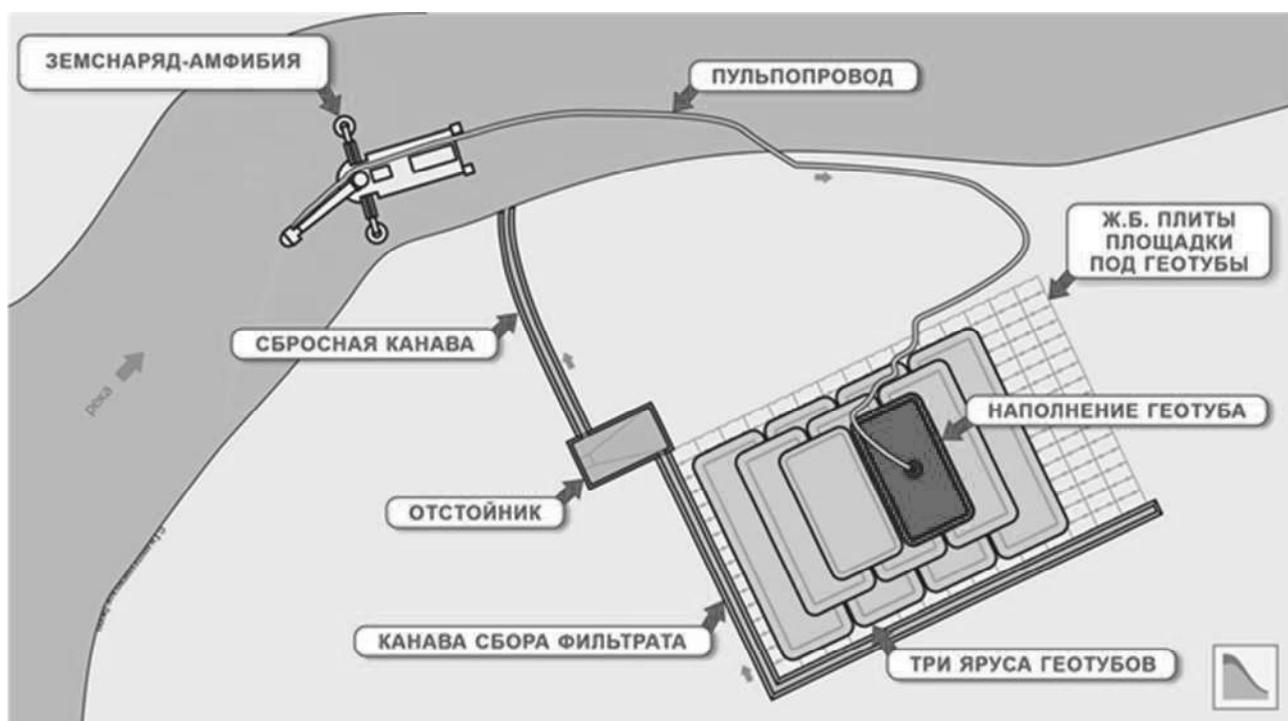


Рисунок 13 – Пример расположения технологических емкостей геотуб на месте производства работ

При обезвоживании донных отложений при помощи технологии геотуб выделяют 6 этапов:

1) На первом, подготовительном этапе выполняется планировка площадки с поперечным и продольным уклоном не более 0,5% для укладки емкостей геотуб. Также возможна многослойная укладка емкостей;

2) Далее, по магистральному пульпопроводу, происходит подача водной суспензии земснарядом в контейнеры;

3) В магистральный трубопровод вводится реагент для повышения водоотдающих свойств суспензии;

4) В процессе освобождения уместаемого объема и вытеснения влаги происходит подкачка рабочей пульпы в емкость;

5) Заключительный этап обезвоживания – группирование уплотненного грунта внутри емкости геотуб, в ходе которой происходит освобождение остатков воды в виде влаги, испарение и подсушка осадка. При годовом цикле с промораживанием и оттаиванием отходит большее количество воды.

6) Вскрытие емкостей осуществляется преимущественно через 3 месяца с момента подачи последней пульпы в емкость.

Исходя из этапов обезвоживания донных отложений при помощи технологии геотуб можно выделить следующие преимущества: данный метод не требует строительства сооружений с огромной инфраструктурой, а также позволяет значительно сократить площади производства работ.



Рисунок 14 – Обезвоженные при помощи технологии геотуб донные отложения, после вскрытия емкостей

В воде, которая выделяется из емкостей геотуб не содержится взвешенных веществ, поэтому её без ограничений можно отводить обратно в водоем, так как она полностью соответствует качеству воды в водоеме.

После обезвоживания донных отложений определяют качественный состав и пригодность к последующему применению в качестве органических удобрений, строительных материалов и прочих целей.

1.5 Выводы

В настоящей главе было рассмотрено: виды загрязнения и заиления русла реки, влияние на различные показатели, причины, существующие методы и оборудование для очистки и способы утилизации донных отложений русла рек.

С помощью представленных в этой главе данных можно определить источники заиления в реке Увелька, выбрать подходящий метод для очистки

русла реки и береговой линии, а также выбрать метод утилизации донных отложений.

2 ОЧИСТКА БЕРЕГОВОЙ ПОЛОСЫ И РУСЛА РЕКИ УВЕЛЬКА ОТ ЗАНОСОВ И ЗАИЛИВАНИЯ

2.1 Общая характеристика реки Увелька

Увелька — река в центральной части Челябинской области, крупнейший приток реки Уй. Река Увелька относится к бассейну реки Иртыш, подбассейну реки Тобол.



Рисунок 15 – Бассейн реки Тобол

По данным государственного водного реестра: длина водотока реки Увелька – 234 км, площадь водосбора (бассейна) – 5820 км². Исток располагается рядом с озером Кундравинское, в Чебаркульском районе Челябинской области. Протекает по центральной части Челябинской области, по территории шести районов: Чебаркульского, Уйского, Пластовского, Еткульского, Увельского и Троицкого. На берегах реки располагаются города Троицк и Южноуральск, рабочий поселок Красногорский, а также большое количество деревень и сёл. При строительстве гидроэлектростанции рядом с городом Южноуральск в 1952 году по окончании строительства плотины образовалось Южноуральское водохранилище. На территории города Троицк река Увелька впадает в реку Уй, где так же было сооружено водохранилище после постройки Троицкой гидроэлектростанции.

Для объекта исследования выбран участок в районе очистных сооружений водозабора р.п. Красногорский. Ситуационный план участка представлена на рисунке 16.



Рисунок 16 – Ситуационный план участка реки Увелька в районе п. Красногорский

Климат р.п. Красногорский характерен для большинства городов средней полосы России, умеренно-континентальный, поселок располагается на большом удалении от морей и океанов. Зима умеренно-продолжительная (с начала ноября по конец марта), холодная, снежная. Средняя температура в январе составляет $-14,1^{\circ}\text{C}$. Ранее в р.п. наблюдались продолжительные, лютые морозы. В настоящее время продолжительность морозов значительно сократилась. Устойчивый покров из снега начинает образовываться в середине ноября и сохраняется около 140 дней. Высота снега перед снеготаянием достигает полуметра. В прошлые годы наблюдаются более мягкие зимы с продолжительностью морозов не более недели, а температура в январе повышается до -9°C . Весна умеренно-теплая, продолжается достаточно длительный период времени. Обычно наблюдается теплое и достаточно сухое лето, но бывают и исключения в виде дождливых летних периодов. Средняя температура в июле $+18^{\circ}\text{C}$, а абсолютный максимум наблюдался в июле 1952 г. – $+41^{\circ}\text{C}$. Годовое количество осадков – 429 мм, 87 мм из которых приходится на июль. Период с января по март считается самым сухим, так как за это время выпадает 53 мм осадков. Розы ветров р.п. Красногорский схожи с резаными звездами. Летом преобладают ветра с севера и запада, осенью и весной – с запада и юга, зимой – с юга. Признаком начала летнего периода – установление среднесуточной температуры выше $+10^{\circ}\text{C}$. Обычно это происходит в первой-второй декадах мая, с сохранением до середины июня неустойчивой погоды, с временными похолоданиями, в основном на почве. Обычно окончание заморозков приходится на начало июня. Иногда в летний период времени можно наблюдать пыльные бури.

В летний период нередко случаются засухи. Июль – самый влажный и теплый период лета. С приходом августа температура в ночное время суток падает, а выпадение утренней росы – интенсивнее. Бывают также заморозки и иней. Для Челябинской области характерны длительные засушливые периоды, когда дождь может не выпасть от 10 до 25 дней, из-за чего нередко нарушается

водный режим, реки и озера мелеют, что для степной растительности отражается негативно.

2.2 Исходные данные

Исходные данные, использованные для разработки выпускной квалификационной работы:

- 1) Геодезическая съемка с глубинами реки Увелька;
- 2) Пояснительная записка «Схема водоснабжения и водоотведения Краснoгорского городского поселения»;
- 3) Поперечный разрез реки в месте водозабора очистных сооружений;
- 4) Данные о потребителях, расположенных выше по реке.

Химические анализы воды для определения состава донных отложений и наносов не проводились.

2.3 Визуально-инструментальный метод обследования существующего состояния русла реки и береговой линии

2.3.1 Фотоотчет по результатам обследования русла реки и береговой линии



Рисунок 17 – Общий вид на реки Увелька с насосной станции I подъема



Рисунок 18 – Наносы песчаных и супесчаных отложений



Рисунок 19 – Зарастание берега р. Увелька, вид с насосной станции I подъема



Рисунок 20 – Зарастание русла реки ниже по течению

2.3.2 Ситуационный план с границей предполагаемых работ по очистке русла реки и береговой линии



Рисунок 21 – Ситуационный план с границей предполагаемых работ по очистке русла и береговой линии реки

Данный план составлен на основе визуально-измерительного метода обследования.

2.3.3 Выводы по результатам визуально-инструментального обследования русла реки и береговой линии

Во время визуально-инструментального обследования русла и береговой линии реки Увелька мы пришли к выводу, что:

- Динамика русловых процессов значительна, в связи с этим происходит интенсивное «перемывание» русла реки в некоторых её местах;
- Высота наносов в 100-150 метрах перед водоприёмником достигает отметки выше зеркала воды;
- Береговая линия неизбежно зарастает водной растительностью, что ускоряет сужение русла реки;
- Тип наносов – песок, супесь. Данные отложения относятся к I группе грунтов.

Перечень приборов, используемых при проведении обследования:

- 1) Лазерный дальномер LEICA DISTO;
- 2) Рулетка 5м по ГОСТ 7502-98;
- 3) Фотоаппарат Canon Digital IXUS 40.

2.4 Расчеты толщины слоя отложений и наносов

По исходным данным и результатам обследований русла реки и береговой линии можно выполнить предварительные расчеты толщины слоя донных отложений и наносов. Для расчета используются следующие исходные данные:

- Ширина русла реки: $B = 40$ м;
- Длина водотока: $L = 234$ км;
- Водосборная площадь: $F = 5820$ км²;
- Расход воды: $Q_p = 60$ м³/с;
- Средняя глубина: $H = 2$ м.

Весовое количество наносов можно определить, как баланс между наносами, поступающими в водоток с водосборной площади и с территории населенных пунктов и удаляемыми в результате выноса:

$$W_{\text{наносов}} = W_{\text{вод.сбор.}} + W_{\text{гор.}} + W_{\text{сбр.}} - W_{\text{удал.}}, \quad (1)$$

где $W_{\text{вод.сбор.}}$ – наносы с водосборной площади;

$W_{\text{гор.}}$ – наносы с территории населенных пунктов;

$W_{\text{сбр.}}$ – наносы со сбросными водами;

$W_{\text{удал.}}$ – удаляемые наносы.

Найдём первое слагаемое:

$$W_{\text{вод.сбор.}} = M_s * F, \quad (2)$$

где M_s – модуль стока взвешенных наносов, принят по СП 33-101-2003;

F – водосборная площадь.

Т.к. вверх по течению реки отсутствуют крупные населенные пункты и города, то количество наносов поступающие с них отсутствует.

Количество наносов, поступающих в водоток со сбросными водами, загрязненность которых не превышает ПДК, незначительно и в данном расчете не учитывается.

Определим количество удаляемых из водотока наносов:

$$U = Q / B * H, \quad (3)$$

где Q – расход воды;

B – ширина русла реки;

H – средняя глубина.

$$U = 60/40*2 = 0,75 \text{ м/с}$$

Транспортирующая способность потока определяется по формуле:

$$p_{\text{см}} = 28 (U^2 / gH)^{0,85}, \quad (4)$$

Толщина слоя загрязненных донных отложений gH , накапливающихся за 5-летний период между расчетными паводка, может быть установлена инженерными русловыми изысканиями, либо определена на основе балансовых расчетов.

$$\rho_{см} = 28 (0,75^2/9,81*2)^{0,85} = 1,37 \text{ кг/м}^3 = 0,00137 \text{ т/м}^3$$

$$W_{удал.} = \rho * V * H * L, \quad (5)$$

$$W_{удал.} = 25602 \text{ т/год.}$$

Баланс наносов равен:

$$W_{наносов} = 471\,420 - 25620 = 445818 \text{ т/год.}$$

Удельная величина наносов:

$$W_{наносов} / F = 445818/5820000 = 0,08 \text{ кг/м}^2*\text{год.}$$

Средняя толщина слоя отложений определяется по формуле:

$$h_g = W_{наносов}/F*\rho*e, \quad (6)$$

где e – коэффициент пористости наносов (равен) 0,5.

$$h_g = 0,08/1,37*0,5 = 0,117 \text{ м/год.}$$

Следовательно, за 5 лет толщина слоя отложений составит около 60 см.

Для подбора оборудования и метода очистки русла реки и береговой линии, рассчитаем объем донных отложений и наносов, подлежащих удалению:

$$V_{наносов} = F * H_{наноса}, \quad (7)$$

где F – предполагаемая площадь очистки русла реки;

$H_{\text{наноса}}$ – средняя высота наносов на данной площади очистки.

$$V_{\text{наносов}} = 5798 * 0,6 = 3779 \text{ м}^3.$$

2.5 Объемы работ по очистке берега реки Увелька от водной и кустарниковой растительности

Объемы работ по очистке русла реки Увелька от водной и кустарниковой растительности представлены в таблице 1. Вычисление велось при помощи геодезической съемки с глубинами реки Увелька.

Таблица 1 – Объем работ по очистке русла реки Увелька

| Вид водной/древесно-кустарниковой растительности | Площадь, м2 | Превышение отметки поверхности земли над урезом воды, м | Объем, м ³ (с учетом пней и корней) |
|--|-------------|---|--|
| Кустарник | 163 | 0,9 | |
| Кустарник | 529 | 1,6 | |
| Кустарник | 90 | 0,6 | |
| Кустарник | 705 | 0,2 | |
| Итого Кустарник: | 1487 | | 7 |
| Камыш/рогоз | 1462 | - | |
| Камыш/рогоз | 78 | - | |
| Камыш/рогоз | 338 | - | |
| Камыш/рогоз | 339 | - | |
| Итого Камыш/рогоз: | 2217 | | 590 |

2.6 Выводы

В настоящей главе дана характеристика реки Увелька, проведен отсчет по результатам обследования границ предполагаемых работ по очистке русла и береговой линии реки. Также были проведены расчеты толщины слоя донных отложений и наносов, посчитаны объемы работ по очистке русла реки и береговой линии от водной и кустарниковой растительности, на основе геодезической съемки с глубинами реки Увелька.

В дальнейшем, на основе расчетов, представленных в этой главе можно принять технологические решения по очистке и утилизации донных отложений, очистке берега реки от водной и кустарниковой растительности, подобрать оборудование и произвести экономическую оценку эффективности принятой технологии.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ И МЕТОДЫ

3.1 Технологические решения очистки и утилизации донных отложений реки Увелька

3.1.1 Выбор метода и подбор оборудования для очистки русла реки и береговой линии от заносов и заиливания

Очистка русла реки от донных наносов производится земснарядом. В литературном обзоре мы ознакомились с новыми технологиями и выяснили, что выбор земснаряда основывается на проведении гидрологических и инженерно-геологических изысканиях. Выбор правильного оборудования без этих изысканий достаточно сложен, но для предварительного подбора и подсчета основных капитальных затрат будет достаточно.

Согласно расчетам, объем удаляемых донных отложений в границе предполагаемых работ по очистке русла и береговой линии реки составляет 3779 м³. Глубина разработки – до 2 метров. Габариты земснаряда зависят от доступности и мобильности. Исходя из участка производства работ нам необходим земснаряд «дорожно-мобильный», с возможностью разборки. Земснаряд со свободным всасыванием является наилучшим типом, так как такой земснаряд имеет возможность откачивать донные наносы из грунтов I-IV категории. Но данный тип не оснащен скребковым и режущим механизмом, а для разрыхления грунта используется гидроразмыв.

Приняв во внимание все исходные условия, для очистки от донных наносов русла реки Увелька, в границе предполагаемых работ, принимаем гидромеханизированный способ очистки русла реки земснарядом «Уралец – 150».

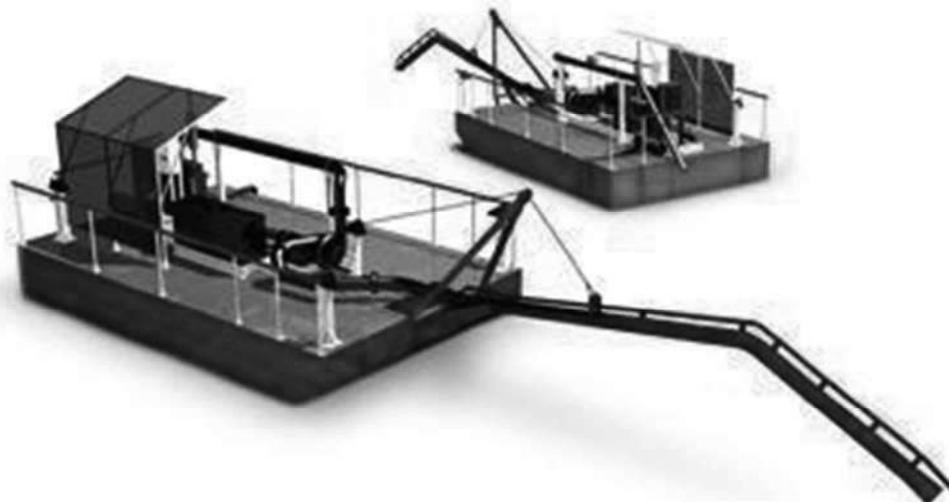


Рисунок 22 – Внешний вид земснаряда «Уралец – 150»

«Уралец-150» – земснаряд с производительностью 15-20 м³/ч по грунту или 150 м³/ч по воде, дизельный, несамоходный, плавучий, сборно-разборный, с гидроразрывом.

Земснаряд «Уралец-150» имеет следующие отличительные особенности:

- мобильность и лёгкость – благодаря габаритам понтонов и разборной конструкции он транспортируется к месту производства работ в одной фуре. Согласование с ГИБДД не требуется;
- производительность и надежность – данный земснаряд может работать бесперебойно и непрерывно в течение длительного времени, так как имеет мощный дизельный двигатель и грунтовый насос высокой производительности.

Схема земснаряда «Уралец-150» дана на рисунке 23.

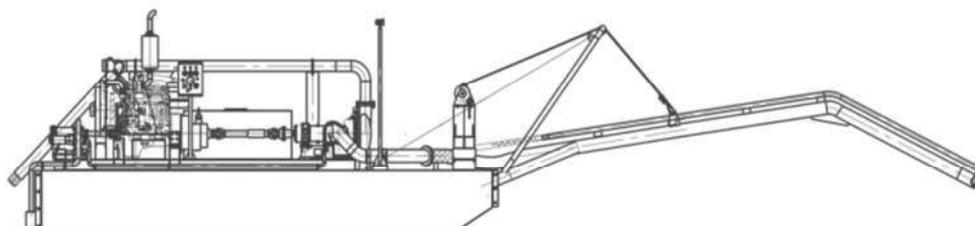


Рисунок 23 – Схема земснаряда «Уралец – 150»

Основные характеристики земснаряда «Уралец-150» представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Основные характеристики земснаряда «Уралец-150»

| | |
|--|-----------------------------|
| Тип земснаряда | Дизельный, несамоходный |
| Корпус | Сборно-разборный |
| Способ рыхления грунта | Гидроразмыв/фреза |
| Дальность транспортирования пульпы, м | 300 |
| Длина габаритная с гидрорыхлителем, м | 12,8 |
| Максимальная глубина разработки, м | 6 |
| Ширина по дну корпуса, м | 3,5 |
| Длина по дну корпуса, м | 6 |
| Высота борта, м | 0,75 |
| Средняя осадка, м | 0,3 |
| Высота габаритная от уровня воды, м | 2,1 |
| Водоизмещение земснаряда, т | 4 |
| Грунтовый насос | 6Ш8-2 |
| Привод грунтового насоса - мощность привода, кВт | Д-245.12С – 109 л.с (80кВт) |
| Производительность по пульпе, м ³ /ч | 150 |
| Производительность по грунту, м ³ /ч | 15-20 |
| Напор, м | 33 |
| Категория размываемых грунтов | I-IV |

Выбор данного земснаряда обуславливается его характеристиками и малыми габаритными размерами. Грунтовый насос имеет сравнительно не высокую мощность привода – порядка 80кВт, что способствует малому расходу топлива. Способность земснаряда перекачивать пульпу, содержащую до 15% сухих грунтов, дает возможность перекачивать сухой грунт до 20 м³/ч.

Для удаления и транспортировки водной растительности и водорослей, а также тяжелых, твердых грунтов данный земснаряд имеет может быть оснащён фрезерным устройством, что является большим преимуществом перед аналогами.

Производительность земснаряда, при откачке пульпы, до $150\text{м}^3/\text{час}$, или $1200\text{м}^3/\text{сутки}$. Один предложенный земснаряд будет работать на всей территории чуть более трех дней.

Исходя из данных мониторинга, в некоторых случаях специалисты ставят под сомнение эффективность применения данного метода очистки русла реки земснарядом, так как удаление донных наносов зачастую приводит к взмучиванию осадка.

Для снижения распространения взмученных веществ по руслу реки, при производстве работ предусматривается установка сплошных полиэтиленовых листов. Они располагаются перпендикулярно поверхности воды, немного выше зеркала воды. Схема установки защитных полимерных экранов показана на рисунке 24. Установка таких экранов позволяет изолировать взмученные вещества и защитить чистые участки поверхностных вод ниже по течению.

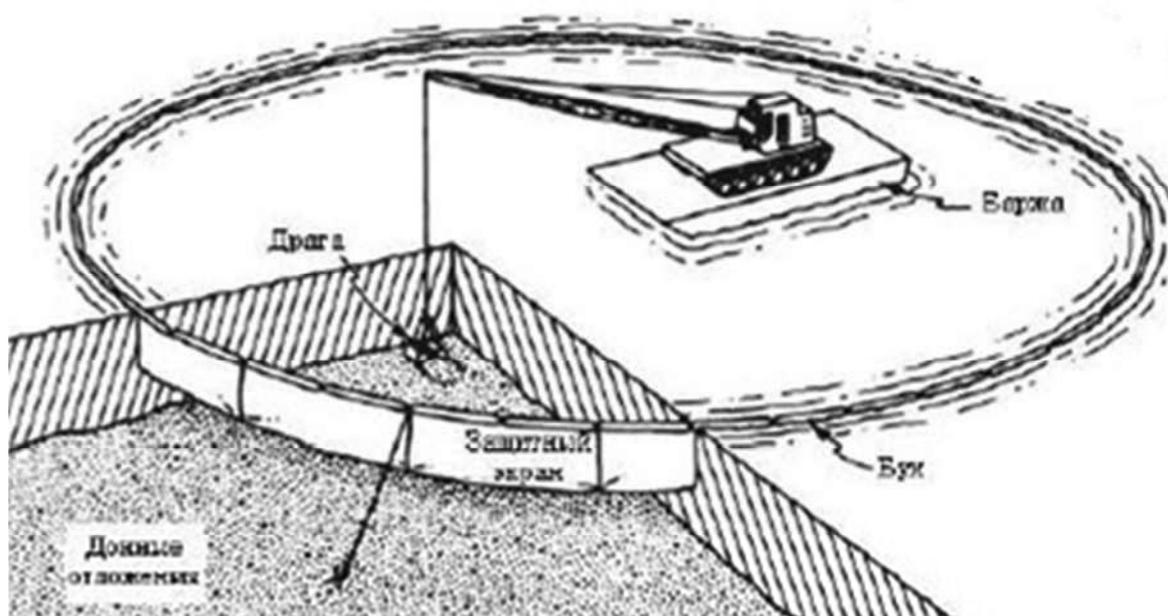


Рисунок 24 – Схема установки защитных полимерных экранов

3.1.2 Выбор метода для обезвоживания и сушки донных отложений

Для данной территории рассматривается три метода обезвоживания и сушки донных отложений: механическое обезвоживание, иловые карты и технология Geotube. Рассмотрим каждый из них.

Технология механического обезвоживания имеет явное преимущество в низком проценте влажности осадка, который достигается в кратчайшие сроки. В тоже время недостатком данного метода является нецелесообразность применения из-за высокой стоимости при монтаже и эксплуатации оборудования.

Монтаж иловых карт – это, на сегодняшний день, самый распространенный и малозатратный метод, так как нет необходимости в монтаже специального, дорогостоящего оборудования. Также данный метод позволяет произвести сушку большого объема донных отложений. Но в нашем случае донные отложения имеют сравнительно небольшой объем. Также, эффективность данного метода может быть снижена из-за климатических особенностей места производства работ, что может сказаться на длительности срок обезвоживания донных отложений.

Преимуществом технологии Geotube, так же, как и при использовании общепринятого метода, является возможность обезвоживания больших объемов донных отложений. При этом данная технология показывает сравнительно большую эффективность обезвоживания. По сравнению с монтажом иловых карт, этот метод требует больших затрат.

В связи с вышесказанным было принято решения спользовать широко распространенный в современных странах метод, с обезвоживанием донных отложений по технологии Geotube, поскольку применение технологии механического обезвоживания не целесообразно с экономической точки зрения, а монтаж иловых карт является трудоемким процессом и на них нельзя произвести обезвоживание донных отложений в короткие сроки до

транспортируемого состояния и вода, направляемая в реку, будет содержать большое количество взвешенных веществ.

Преимущества использования технологии Geotube

1. Используемые при гидромеханизации иловые карты наиболее эффективны при намыве песков, в тоже время все тонкодисперсные частицы возвращаются в реку. При использовании контейнеров Geotube твердые частицы задерживаются практически полностью, их количество оценивается в пределах 0,5%.

2. Гарантирует сохранность растительного и почвенного покрова. Не требует подготовки инженерных сетей и промышленной площадки при возведении технологического оборудования.

3. Оперативный монтаж и демонтаж технологической обвязки.

4. В ёмкостях Geotube удерживаются фосфор и все коллоиды, а также огромное число бактериальной клеточной массы. При попадании механических включений в пульпопровод данные контейнеры не будут разрушены. В тоже время сливные воды с иловых площадок – это источник азота, коллоидных частиц, фосфора и прочих микроэлементов.

5. Донные отложения, находящиеся в емкостях Geotube устойчивы к водной эрозии и ветровым нагрузкам, а также защищены от дождя.

6. Механически обезвоженные донные отложения склонны к размыву и оплыванию, а, при использовании технологии Geotube, есть возможность планировать малые и средние ландшафтные формы.

7. Заявленная производительность технологии Geotube соответствует производительности применяемых средств гидромеханизации.

8. Стоимость использования механического оборудования для обезвоживания донных отложений выше в 1,3 раза, чем использование технологии Geotube.

Производительность данного метода ~ 300 м³/ч. Ёмкости Geotube размещаются на береговой линии и представляют собой большие закрытые

мешки из высокопрочной текстильной полимерной ткани, каждый до 20 метров в ширину и до 50 метров в длину. Перед размещением ёмкостей земля очищается от камней и мусора, выравнивается. Для предупреждения эрозии, на поверхность размещения укладывается специальная геомембрана. Обводненная пульпа, после подъема со дна реки земснарядом, закачивается в ёмкость. Очищенная от твердых частиц вода выходит через стенки контейнера Geotube и отводится в реку, а геотекстиль задерживает твердые частицы внутри.

По плавающему специальному пульпопроводу иловая смесь поступает от земснаряда в ёмкости. Пульпопровод представляет собой резиноканевый трубопровод, на котором монтируются устойчивые к механическим и химическим повреждениям поплавки. Поплавки заполняются вспененным материалом и имеют оранжевое сигнальное покрытие. Также при необходимости пульпопровод может поставляться со световой сигнализацией и площадками для монтажа кабеля. В зависимости от концентрации перекачиваемой пульпы рассчитывается необходимая плавучесть пульпопровода и вычисляется количество поплавков.

Плавающий пульпопровод поставляется секциями, до 12 метров. Его эластичность и отсутствие шаровых соединений позволяет транспортировать пульпу с высокой концентрацией твердых веществ – до 50%. Плавающий пульпопровод с поплавками показан на рисунке 25. Характеристика резиноканевых пульпопроводов с рабочим давлением до 1 Мпа представлена в таблице 3.



Рисунок 25 – Плавающий пульпопровод с поплавками

Таблица 3 – Характеристики резиноканевых пульпопроводов с рабочим давлением 1Мпа

| Наружный диаметр труб, мм | Диаметр в дюймах | Длина отрезка, м | Условный диаметр фланца, мм | Вес, кг |
|---------------------------|------------------|------------------|-----------------------------|---------|
| 160 | 6" | 6 | 150 | 44 |
| 160 | 6" | 12 | 150 | 71 |
| 225 | 8" | 6 | 200 | 77 |
| 225 | 8" | 12 | 200 | 131 |
| 250 | 10" | 6 | 250 | 101 |
| 250 | 10" | 12 | 250 | 167 |
| 315 | 12" | 6 | 300 | 155 |
| 315 | 12" | 12 | 300 | 259 |

Пульпопроводы бывают плавучими и наземными. Для транспортировки грунтовой смеси по берегу используется наземный пульпопровод. Его длина зависит от мощности насоса земснаряда и местных условий. Пульпопровод необходимо прокладывать прямолинейно, с наименьшим количеством поворотов и подъемов, что позволит увеличить дальность подачи грунтовой смеси. Диаметр пульпопровода подбирается исходя из дальности подачи пульпы и мощности насоса земснаряда.

Технология Geotube – это один из самых быстрых способов обезвоживания донных отложений, она не требует закупку и монтаж сложного оборудования. Данный метод прост и удобен в применении, механизмы и детали долговечны и износостойки. Это исключает затраты на ремонт оборудования.

Работы по обезвоживанию донных отложений производятся в следующем порядке:

1. Сбор исходных данных об месте производства работ и типе удаляемого осадка;
2. Экономическая и техническая оценка обезвоживания при помощи контейнеров Geotube;
3. Отбор пробы обезвоживаемого осадка, визуальное обследование и проведение тестов для подбора марки и дозы реагента;
4. Определяются необходимое количество емкостей Geotube, их размеры, способы укладки, размер площади для укладки, обвязка емкостей наземных пульпопроводов;
5. Подготовительные работы по обустройству площадки для контейнеров, укладка и заполнение;
6. Подача откачиваемой пульпы в емкости по степени формирования грунтовой формы;
7. В последней стадия процесса обезвоживания происходит консолидация грунтовой формы, то есть остаточная вода отводится через испарение и в виде капельной влаги;

8. После вскрытия контейнеров обезвоженный материал вывозится, или сверху укладывается новый слой для уменьшения площади производства работ. Также можно построить полигон из заполненных емкостей непосредственно в районе обезвоживания осадков.

Емкости Geotube используются для обезвоживания различных водных суспензий, изготавливаются из фильтрующего геотекстиля, обладающим высокой прочностью и уникальной одерживающей способностью. Емкость устойчива к химическому и биологическому воздействию кислот и щелочей. Материал контейнера разработан голландской компанией TenCate Geosynthetics, по их уникальной технологии.

Присоединение магистрального пульпопровода к контейнерам Geotube через специальные рукава, каждые 15 метров, к своду емкости. Исходя из необходимых объемов донных отложений для обезвоживания определяется размер емкостей геотуб и размеры площади для промышленной площадки. Допустимая длина рукава емкости – от 15 до 60 метров, а периметр – от 10 до 27 метров.

На этапе первичного обезвоживания через стенки контейнера выходит свободная вода через мелкие поры геотекстиля. В результате этого происходит уменьшение объема осадка и его обезвоживание. В обезвоживаемый осадок, для улучшения водоотдающих свойств, добавляют коагулянты и флокулянты. Это реагенты полимерные, органические, обычно на основе полиакриламида. Они служат связующим веществом мелких частиц обезвоживаемого осадка, ускоряя процесс водоотдачи, а отфильтрованная вода получается чистой и не содержит взвесей.

Поданный в геотекстильные геотубы осадок, после завершения стадии первичного обезвоживания, благодаря испарению и отличной светопоглощающей способности геотекстиля, продолжает обезвоживаться. В

емкость геотуб не попадают атмосферные осадки, соответственно осадок не подвергается повторному обводнению.

Зимовка емкости геотуб положительно сказывается на процесс обезвоживания осадка. Осадок подмораживается, меняя свою структуру, и происходит отделение остаточной влаги. При повышении температуры на площадке с геотубами осадок оттаивается, а вода, дополнительно обезвоженная, выходит из контейнера. В результате обводненный осадок становится удобным для транспортировки материалом.

Без предварительной обработки осадок может быть оставлен на берегу и распланирован на территории, или для: рекультивации земель, устройстве обваловки резервуаров, строительства дорог, засыпки пустот ландшафта и углублений, для хозяйственных нужд и т.п.

Технологическая схема очистки русла реки Увелька от ила и донных наносов показана на рисунке 26 и листе 4 графической части.

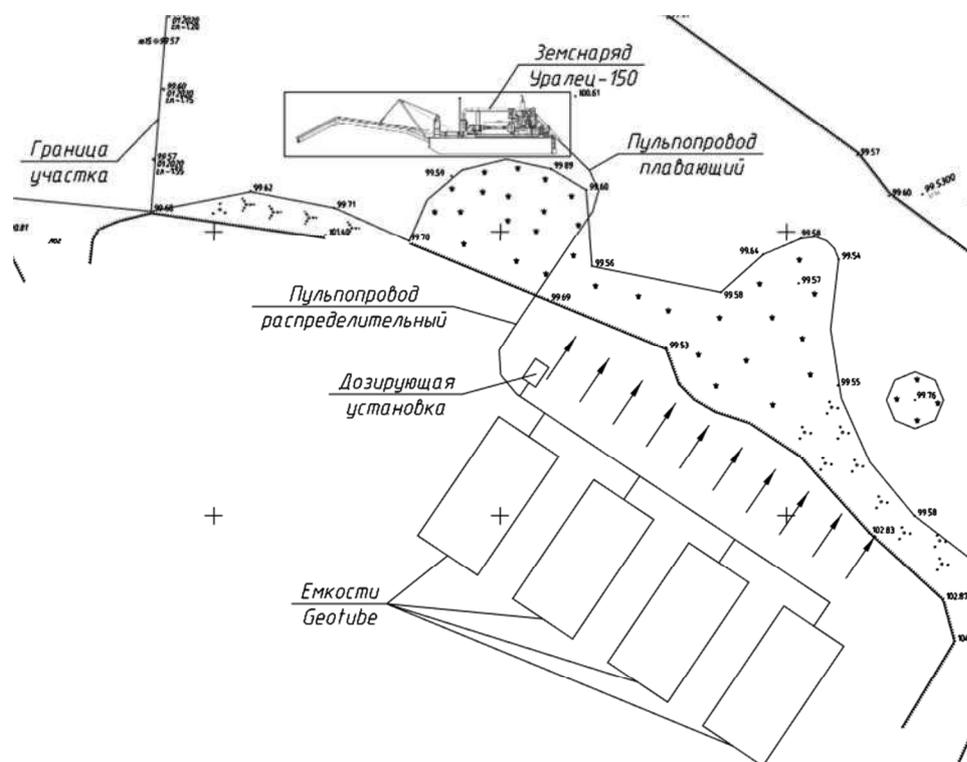


Рисунок 26 – Технологическая схема

3.1.3 Работы по очистке берега реки Увелька от водной и кустарниковой растительности

Для участков произрастания кустарниковой растительности, которые локализованы вдоль береговой полосы реки Увелька предлагается использование наземной техники без привлечения к работам плавучих установок и понтонов. Для перемещения персонала по участкам работ и размещения контейнеров для временного складирования отходов очистки предлагается устройство временных насыпей скального грунта высотой до 1 м по месту.

Кустарниковая растительность, локализованная вдоль береговой полосы, сводится с помощью ручной срезки и погрузки в контейнеры типа бункер БН8 объемом 8 м^3 и грузоподъемностью до 2,5 тонн, расположенные на отсыпанных площадках. После наполнения контейнера производится его подъем и погрузка на грузовой автомобиль для перевозки в место складирования отходов.

Для очистки береговой полосы и акватории реки Увелька от водной растительности предусматривается использование плавучего самоходного экскаватора с объемом ковша до $0,5 \text{ м}^3$ в паре с самоходным понтоном, на котором располагается контейнер типа бункер БН8 объемом 8 м^3 и грузоподъемностью до 2,5 тонн.

Твердые бытовые отходы локализованы вдоль береговой полосы и на удалении от берегов в местах произрастания водной растительности. Целесообразно совместить сбор ТБО с работами по сводке кустарниковой и водной растительности.

Оставшиеся после этих мероприятий мелкие бытовые отходы рекомендуется собрать вручную в мешки с моторной лодки с последующей транспортировкой к берегу, погрузкой в грузовой автомобиль и перевозкой к месту складирования ТБО. Общее количество обнаруженных твердых бытовых отходов — 100 кг объемом 5 м^3 .

Все виды работ по сводке кустарниковой, древесной и водной растительности, а также по сбору мелкого и крупногабаритного мусора с поверхности акватории, следует проводить в период с мая по ноябрь. Для сводки водной растительности в акватории реки наиболее благоприятным является период с июня по сентябрь, когда температура воды составляет более 10 градусов и водная растительность максимально поднимается к поверхности воды.

При выполнении работ по расчистке акватории от древесной растительности, камыша и рогоза самоходным плавающим экскаватором, оборудованным грейфером и платформой, производительность при емкости ковша грейфера $0,5 \text{ м}^3$ достигается до $16 \text{ м}^3/\text{час}$ или $128 \text{ м}^3/\text{сутки}$.

После ручной срезки стволов и ветвей растительности производится корчевка пней и корней с помощью экскаватора-грейфера и погрузка на грузовой автомобиль для перевозки в место складирования отходов на расстояние 5км.

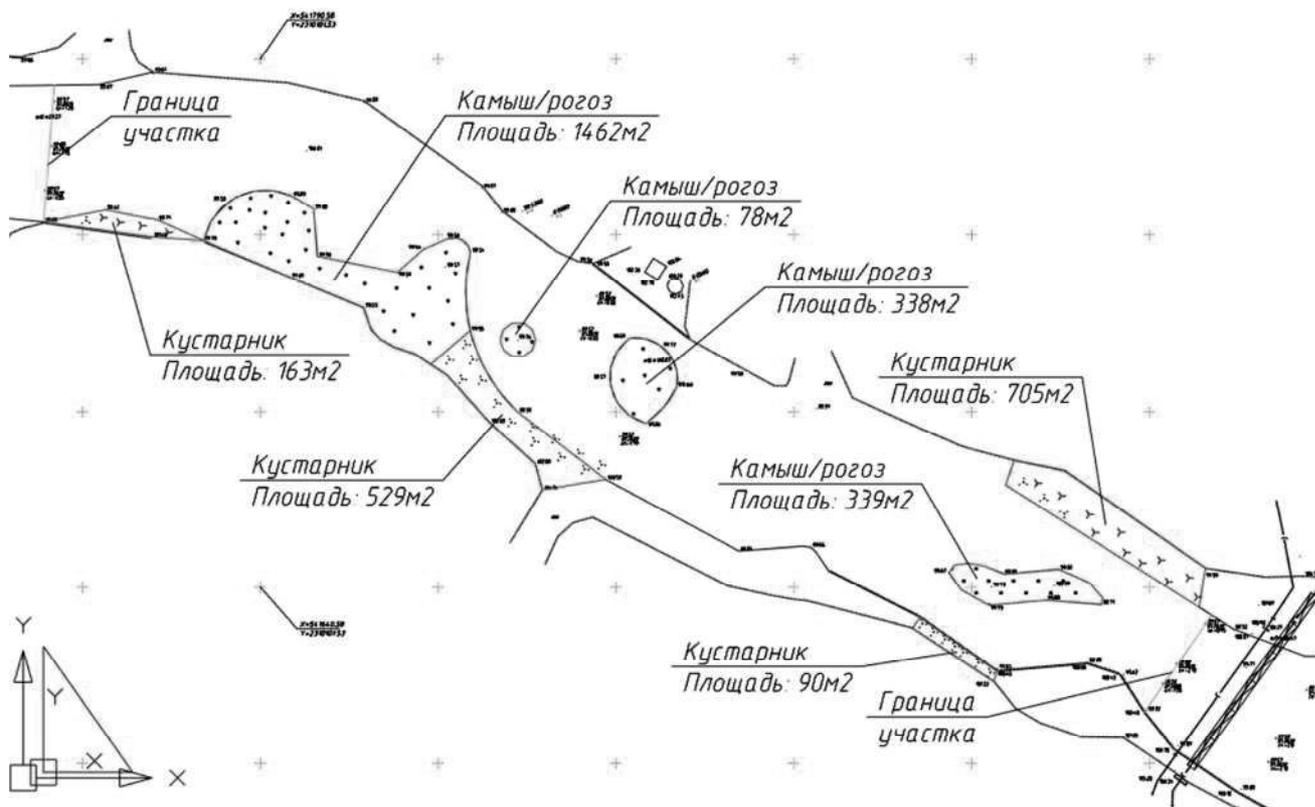


Рисунок 27 – Водная и кустарниковая растительность в границах участка

3.2 Оценка экономической эффективности технологии

Реализация данного проекта даст прибыль от косвенных экономических эффектов. При этом ожидать предпринимательский эффект и прямую экономическую прибыль не стоит. В масштабах поселка реализация может дать следующие косвенные экономические эффекты:

1) при очистке русла реки и улучшения качества воды в источнике водоснабжения, количество реагентов, используемых на очистных сооружениях снизится;

2) мероприятия, указанные в этом проекте, заметно улучшит качество воды в источнике водоснабжения поселка в целом. Это будет способствовать уменьшению нагрузки на здравоохранение, что повлияет на уменьшение затрат на оплату больничных, диспансеризацию и прочее.

При реализации проекта, экономические затраты делятся на капитальные и эксплуатационные.

Сумма капитальных затрат проекта ликвидации донных отложений реки Увелька определяется по формуле

$$\sum K = K_3 + K_d + K_n + K_{зпэ} + K_r, \quad (8)$$

где K_3 – капитальные затраты на покупку земснаряда;

K_d – капитальные затраты на покупку дозировочных насосов;

K_n – капитальные затраты на пульпопроводы и их комплектующие;

$K_{зпэ}$ – капитальные затраты на покупку защитных полимерных экранов;

K_r – капитальные затраты на покупку геотекстильных контейнеров Geotube.

Сумма капитальных затрат 5,22 миллионов рублей. Данные по капитальным затратам представлены в таблице 4. Основные эксплуатационные

затраты составляют 362,7 тысяч рублей. Данные по эксплуатационным затратам даны в таблице 5.

Таблица 4 – Основные капитальные затраты

| п/п | Наименование | Ед. изм. | Количество | Цена за ед. руб. | Всего руб. |
|-------|---|----------|------------|---------------------|---------------|
| 1 | Земснаряд «Уралец – 150» N=80 кВт | компл | 1 | 1300000 | 1300000 |
| 2 | Дозировочный насос N=5 кВт | шт. | 2 | 10000 | 20000 |
| 3 | Пульпопровод плавающий ø200 | п.м. | 500 | 1500 | 750000 |
| 4 | Поплавок для плавающих пульпопроводов | шт. | 50 | 30000 | 1500000 |
| 5 | Пульпопровод магистральный, распределительный ø200 | п.м. | 500 | 1500 | 750000 |
| 6 | Полимерные защитные экраны | шт. | 30 | 10000 | 300000 |
| 7 | Geotube контейнер V=500 м ³ | шт. | 4 | 150000 | 600000 |
| Итого | | | | | 5220000 |

Таблица 5 – Основные эксплуатационные затраты

| п/п | Вид затрат | Эксплуатационные затраты в месяц/руб. |
|-------|--|---|
| 1 | Заработная плата | 240000 |
| 2 | Топливо/электроэнергия | 50000 |
| 3 | Текущий ремонт (1% от капитальных вложений) | 52200 |
| 4 | Прочие расходы (6% от эксплуатационных вложений) | 20500 |
| Итого | | 362700 |

Таблица 6 – Заработная плата

| п/п | Работник | Ед. изм | Кол. | ЗП, за смену | Сумма, руб |
|-------|---|---------|------|-----------------|------------|
| 1 | Машинист земснаряда | чел/см | 2 | 2000 | 12000 |
| 2 | Рабочий по наполнению контейнеров | чел/см | 3 | 1500 | 13500 |
| 3 | Водолазы | чел/см | 2 | 3000 | 18000 |
| 4 | Лаборант | чел/см | 1 | 1000 | 3000 |
| 5 | Мастер | чел/см | 1 | 3000 | 9000 |
| Итого | | | | | 55500 |

3.3 Выводы

В данной главе была разработана технология и подобрано оборудование для очистки и обезвоживания донных отложений реки Увелька. Был выбран земснаряд, исходя из условий и объема работ. Также при очистке было принято решение использовать полимерные экраны, для защиты от взмученного осадка участков, располагаемых ниже по течению реки.

В ходе работы была применена современная и распространенная в странах Европы технология контейнеров Geotube. Данная технология, в отличие от общепринятого метода обезвоживания донных отложений, не наносит экологический ущерб на территории производства работ, а также показывает наиболее быстрые результаты.

Также был выполнен подсчет заработной платы работников и основных капитальных и эксплуатационных затрат.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день русловые процессы недостаточно изучены. Анализ особенностей руслового процесса, динамики речного потока и экологических показателей требует исследования влияющих факторов и оценки масштабов их влияния, а именно загрязнение и заиление русла реки. Процесс заиливания русла приводит к образованию донных отложений. Изучение состава донных отложений рек с целью установления компонентов, оказывающих долговременное техногенное и токсическое воздействия на окружающую среду, позволило предположить, что токсичные донные осадки являются источником вторичного загрязнения вод вследствие переноса этих отложений во время половодий и паводков, а также в следствии взмучивания.

На данный момент для очистки от донных отложений применяются 4 группы методов, но самый распространенный – гидромеханизированный способ очистки русла реки, осуществляемый при помощи земснарядов. По признанию специалистов – это наиболее эффективный метод проведения данных видов работ. Основным методом сушки донных отложений является естественная сушка на иловых площадках. Современной альтернативой данному способу обезвоживания донных отложений, применяемой в данной работе, является технология геотуб.

Основным источником водоснабжения поселка Красногорский является река Увелька. В ходе работы было проведено визуально-инструментальное обследование существующего состояния русла реки и береговой линии, составлен фотоотсчет, проведены расчеты толщины слоя отложений и наносов и посчитаны объемы работ по очистке берега реки Увелька от водной и кустарниковой растительности в пределах границы участка выполняемых работ.

В настоящей работе была разработана технология и подобрано оборудование для очистки и обезвоживания донных отложений реки Увелька. Был выбран земснаряд, с использованием полимерных экранов. Для

обезвоживания донных отложений были подобраны контейнеры Geotube с пульпопроводами. В результате были посчитаны объемы капитальных вложений, эксплуатационных затрат и заработной платы работников.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения.» Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85».
2. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения.
3. ГОСТ 2761-84 – Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора.
4. ГОСТ 17.1.5.01-80 - Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность.
5. Куйбышева, В.В., Боровков, В.С. Рекомендации по проектированию очистки русел рек от загрязненных донных отложений. Свердловск, 1986.
6. Кузнецов, С.С., Куценко, В.В., Пискунов, О.М. Способы механического удаления донных загрязненных осадков. Воронеж, 2002.
7. Дружбин, Г.А., Пискунов, О.М. Способ удаления загрязненных донных отложений малых рек. Сб. научных трудов по материалам IV всероссийской конференции «Геоинформационные технологии в решении региональных проблем». Тула, 2002.
8. Дружбин, Г.А., Володин, Н.И., Демичева, Ю.Л. Динамика донных отложений как фактор вторичного загрязнения водной среды. Труды 6-й Междунар.науч.-практ. конф. «Высокие технологии в экологии», Воронеж, 2003. – 180 с.
9. Ю.М. Ласков, Ю.М., Воронов, Ю.В., Калицун, В.И. Пример расчётов канализационных сооружений. – М.: Стройиздат. 1987.
10. Сметанин В.И. Восстановление и очистка водных объектов. – М.: КолосС, 2003. – 157 с.
11. Дементьев, В.А., Кожевников, Н.Н. Устройства земснарядов для очистки глубоких водоемов от илистых отложений и применение пневматических грунтовых насосов // Гидротехническое строительство. – 2005. – №1. – С. 25-30.

12. Строганов, Н.С. Токсическое загрязнение водоемов и деградация водных систем // Итоги науки и техники. Общая Экология. Биоценология. Гидробиология. Т. 3, Водная токсикология. – М.: ВИНТИ, 1976. – С. 5-47.

13. Ильяш, Д.В. Донные отложения Воронежского водохранилища, как источник вторичного загрязнения поверхностных и подземных вод / Д.В. Ильяш //Материалы молодежного инновационного проекта "Школа экологических перспектив". — Воронеж, 2012 .— С. 123-127 .— 0,3 п.л.