

# **НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ СТРОИТЕЛЕЙ**

---

**Стандарт организации**

**Мелиоративные системы и сооружения**

**РАЗРАБОТКА ГРУНТА МЕТОДОМ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ**

**Правила и контроль выполнения,  
требования к результатам работ**

**СТО НОСТРОЙ 2013**

*Проект окончательной редакции*

---

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»  
(ФГБНУ «РосНИИПМ»)**

**Москва 2013**

## Предисловие

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1 РАЗРАБОТАН                          | Федеральным государственным научным бюджетным учреждением «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации» (ФГБНУ «РосНИИПМ») |
| 2 ПРЕДСТАВЛЕН<br>НА УТВЕРЖДЕНИЕ       | Комитетом по обустройству и устойчивому развитию сельских территорий<br>протокол № _____ от _____ 2013 г.                                      |
| 3 УТВЕРЖДЕН И<br>ВВЕДЕН В<br>ДЕЙСТВИЕ | Решением Совета Национального объединения строителей от _____ № _____  |
| 4 ВВЕДЕН                              | ВПЕРВЫЕ  |

© Национальное объединение строителей, 2013

*Распространение настоящего стандарта осуществляется в соответствии с действующим законодательством и с соблюдением правил, установленных Национальным объединением строителей*

**Содержание**

Введение .....	IV
1 Область применения .....	1
2 Нормативные ссылки .....	1
3 Термины и определения .....	3
4 Общие положения .....	9
5 Подготовительные работы при гидромеханизации .....	11
5.1 Организация водоснабжения с устройством насосной станции и водозаборного сооружения.....	12
5.2 Разбивка трассы и прокладка магистральных водоводов и пульпопроводов с выпусками, устройство распределительных пульпопроводов.....	14
5.3 Разбивка прорезей, каналов, котлованов и других выемок с установкой створных знаков.....	18
5.4 Монтаж гидромонитора .....	18
5.5 Монтаж земснаряда, плавучего пульпопровода, питающего кабеля и установка вспомогательных устройств .....	19
5.6 Устройство пульпосточных лотков, канав и приемка (зумпфа) для сбора пульпы с монтажом землесосных установок .....	20
5.7 Разбивка и устройство намываемых сооружений, гидроотвалов с отсыпкой дамб первичного обвалования, дренажных устройств, водосбросных колодцев и труб.....	20
5.8 Устройство прудков-отстойников с отсыпкой дамб обвалования и водосбросных колодцев и труб .....	22
5.9 Устройство линий электропередачи и связи .....	22
5.10 Контроль выполнения подготовительных работ.....	23
6 Разработка грунта средствами гидромеханизации .....	24
6.1 Разработка грунта земснарядами .....	24
6.2 Разработка грунта гидромониторами.....	26

6.3 Разработка грунта в зимних условиях и условиях вечной мерзлоты .....	28
7 Гидротранспортирование грунта .....	30
7.1 Гидротранспорт грунта напорным способом .....	31
7.2 Гидротранспорт грунта самотечным способом .....	33
8 Укладка грунта .....	34
8.1 Укладка грунта намывом при устройстве оснований .....	34
8.2 Укладка грунта намывом в земляные сооружения .....	43
8.3 Укладка грунта намывом в отвалы .....	49
9 Контроль качества производства гидромеханизированных работ .....	51
10 Техника безопасности при гидромеханизированных работах .....	57
11 Охрана окружающей среды .....	57
Приложение А (рекомендуемое) Мероприятия, предусматриваемые в проекте производства работ по ликвидации аварийных ситуаций в зимний период .....	60
Приложение Б Методика расчета характеристик гидротранспорта .....	63
Приложение В (справочное) Подбор диаметров трубопроводов для гидравлического транспортирования грунта .....	65
Библиография .....	68
Библиографические данные .....	70

## Введение

Настоящий стандарт разработан в соответствии с Программой стандартизации Национального объединения строителей.

Целью разработки стандарта является реализация в Национальном объединении строителей требований Градостроительного кодекса Российской Федерации [1], Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [2], Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «О безопасности зданий и сооружений» [3], приказа Минрегиона России от 30 декабря 2009 г. № 624 «Об утверждении Перечня видов работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства» [4] и иных законодательных и нормативных актов, действующих в области градостроительной деятельности.

Настоящий стандарт разработан в развитие СП 45.13330 подраздела 6.2 «Гидромеханизированные работы по устройству земляных сооружений, штабелей и отвалов, подготовка территории под застройку гидронамывом».

В стандарте приведены основные правила разработки грунта земснарядами, гидромониторами, специфика проведения земляных работ в зимних условиях (при отрицательных температурах), а также правила гидротранспортирования грунта напорным и самотечным способами.

Авторский коллектив: *д.т.н., профессор, академик РАСХН В. Н. Щедрин; к.т.н. Г. А. Сенчуков; д.т.н., доцент С. М. Васильев; к.т.н. В. В. Слабунов; к.с.-х.н. О. В. Воеводин; к.т.н. А. Л. Кожанов; к.т.н. С. Л. Жук* (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации» ФГБНУ «РосНИИПМ»).



**Мелиоративные системы и сооружения**

**РАЗРАБОТКА ГРУНТА МЕТОДОМ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ  
Правила и контроль выполнения, требования к результатам работ**

**The reclamation systems and construction  
Hydraulic excavation  
Regulations and control of execution, requirements for work results**

---

Дата введения 2013. \_\_\_\_\_

## **1 Область применения**

1.1 Настоящий стандарт распространяется на работы по разработке грунта с использованием метода гидромеханизации, осуществляемые с помощью гидромониторных и земснарядных установок (гидромониторный и рефулерный способы), выполняемых при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте сооружений мелиоративных и водохозяйственных систем.

1.2 Настоящий стандарт применяется при строительстве карьеров, дамб, плотин, котлованов, каналов, а так же производстве работ по дноуглублению и расширению русел водных объектов.

1.3 Настоящий стандарт не распространяется на работы по разработке грунта элеваторным способом.

## **2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты (своды правил):

ГОСТ Р 12.3.048-2002 ССБТ. Строительство. Производство земляных работ способом гидромеханизации. Требования безопасности

ГОСТ 3124-77 Соединения шланговые для гибких шлангов гидромониторов. Технические условия

ГОСТ 27036-86 Компенсаторы и уплотнения сильфонные металлические.

Общие технические условия

ГОСТ 30780-2002 Сосуды и аппараты стальные. Компенсаторы сильфонные и линзовые. Методы расчета на прочность

ГОСТ Р 51164-98 Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ Р 51571-2000 Компенсаторы и уплотнения сильфонные металлические. Общие технические требования

СП 31.13330.2012 «СНиП 2.04.02-84\* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция»

СП 37.13330.2012 «СНиП 2.05.07-91\* Промышленный транспорт»

СП 39.13330.2010 «СНиП 2.06.05-84\* Плотины из грунтовых материалов»

СП 45.13330.2012 «СНиП 3.02.01-87 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция»

СП 48.13330.2011 «СНиП 12-01-2004 Организация строительства. Актуализированная редакция»

СП 68.13330.2012 «СНиП 3.01-04-87 Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения»

СНиП 2.05.06-85\* Магистральные трубопроводы

СНиП III-42-80\* Магистральные трубопроводы (СП 86.13330.2012)

СТО НОСТРОЙ 2.33.51-2011 Организация строительного производства. Подготовка и производство строительных и монтажных работ.

Примечание – При пользовании настоящим стандартом проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальных сайтах национального органа Российской Федерации по стандартизации и НОСТРОЙ в сети Интернет или по ежегодно издаваемым информационным указателям, опубликованным по состоянию на 1 января текущего года. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться новым (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины с соответствующими определениями:

**3.1 водный объект:** Природный или искусственный водоем, водоток либо иной объект, постоянное или временное сосредоточение вод в котором имеет характерные формы и признаки водного режима.

[Федеральный закон [5], статья 1]

**3.2 водозаборное сооружение:** Гидротехническое сооружение, осуществляющее забор воды из водного объекта.

**3.3 водохозяйственная система:** Комплекс водных объектов и предназначенных для обеспечения рационального использования и охраны водных ресурсов гидротехнических сооружений.

[Федеральный закон [5], статья 1]

**3.4 выемка:** Земляное сооружение или карьер, выполненные путем разработки грунта (полезных ископаемых) по заданному профилю, который расположен ниже поверхности земли.

**3.5 гидротехнические сооружения:** Плотины, здания гидроэлектростанций, водосбросные, водоспускные и водовыпускные сооружения, туннели, каналы, насосные станции, судоходные шлюзы, судоподъемники; сооружения, предназначенные для защиты от наводнений, разрушений берегов и дна водохранилищ, рек; сооружения (дамбы), ограждающие хранилища жидких отходов промышленных и сельскохозяйственных организаций; устройства от размывов на каналах, а также другие сооружения, предназначенные для использования водных ресурсов и предотвращения негативного воздействия вод и жидких отходов.

[Федеральный закон [6], статья 3]

**3.6 гидротранспортирование:** Транспортирование пульпы по трубам или искусственным руслам.

[ГОСТ 17520-72 п. 2]

**3.7 грунт:** Горные породы, почвы, техногенные образования, представляющие собой многокомпонентную и многообразную геологическую систему и являющиеся объектом инженерно-хозяйственной деятельности человека.

[ГОСТ 25100-95, приложение А]

**3.8 дамба защитная:** Подпорное земляное сооружение, рассчитанное на защиту территории от затопления при максимальном уровне паводковых вод.

**3.9 дамба обвалования:** Земляное сооружение, ограждающее территорию намыва.

**3.10 дамба ограждающая:** Земляное сооружение вокруг намываемой территории (микрорайона, карты намыва) [7].

**3.11 дренаж:** Система для сбора и отвода фильтрационных вод.

**3.12 землесосная установка:** Агрегат для перекачивания гидросмеси.

**3.13 землесосный снаряд (земснаряд):** Плавающая машина для выемки грунта со дна водоемов, действующая по принципу всасывания и оборудованная средствами рабочих перемещений, необходимых для разработки грунта.

[ГОСТ 17520-72 п. 1]

**3.14 интенсивность намыва:** Толщина слоя грунта, намывтого в единицу времени на единицу площади.

**3.15 канал:** Искусственный открытый водовод в земляной выемке или насыпи.

[ГОСТ 19185-73 п. 59]

**3.16 капитальный ремонт объектов капитального строительства (за исключением линейных объектов):** Замена и (или) восстановление строительных конструкций объектов капитального строительства или элементов таких конструкций, за исключением несущих строительных конструкций, замена и (или) восстановление систем инженерно-технического обеспечения и сетей инженерно-технического обеспечения объектов капитального строительства или их элементов, а также замена отдельных элементов несущих строительных конструкций на аналогичные или иные улучшающие показатели таких конструкций элементы и (или) восстановление указанных элементов.

[Федеральный закон [1], статья 14.2]

**3.17 капитальный ремонт линейных объектов:** Изменение параметров линейных объектов или их участков (частей), которое не влечет за собой изменение класса, категории и (или) первоначально установленных показателей функционирования таких объектов и при котором не требуется изменение границ полос отвода и (или) охранных зон таких объектов.

[Федеральный закон [1], статья 14.3]

**3.18 мелиоративная система:** Комплекс взаимосвязанных гидротехнических и других сооружений и устройств (каналы, коллекторы, трубопроводы, водохранилища, плотины, дамбы, насосные станции, водозаборы, другие сооружения и устройства на мелиорированных землях), обеспечивающий создание оптимального водного, воздушного, теплового и питательного режимов почв на мелиорированных землях.

[Федеральный закон [8], статья 2]

**3.19 наибольшая глубина разработки:** Максимальная глубина от уровня воды, с которой земснаряд может извлекать грунт.

[ГОСТ 17520-72 п. 62]

**3.20 наименьшая глубина разработки:** Минимальная глубина от уровня воды, с которой земснаряд может извлекать грунт.

[ГОСТ 17520-72 п. 63]

**3.21 намывное основание:** Земляной массив, возведенный гидромеханизированным способом для строительства промышленных и гражданских сооружений [7].

**3.22 объект капитального строительства:** Здание, строение, сооружение, объекты, строительство которых не завершено (далее – объекты незавершенного строительства), за исключением временных построек, киосков, навесов и других подобных построек.

[Федеральный закон [1], статья 1]

**3.23 объемная консистенция пульпы (гидросмеси):** Отношение объемного расхода твердого грунта к объемному расходу гидросмеси или воды [7].

**3.24 операционный контроль:** контроль, выполняемый в процессе производства работ или непосредственно после их завершения.

[СП 45.13330.2012 приложение А]

**3.25 отвалы:** Массивы грунта, устраиваемые гидронамывом, без дополнительного выравнивания и уплотнения.

[СП 45.13330.2012 п. 3.18]

**3.26 откос:** Наклонная поверхность, являющаяся частью сооружения, конструкции или отвалов грунта и сыпучих материалов (песок, щебень и т. п.).

**3.27 предельно-допустимый сброс вещества в водный объект средствами гидромеханизации (ПДС):** Масса вещества в сбросных водах гидромеханизации, максимально допустимая к отведению с установленным режимом выпуска с целью предотвращения снижения качества воды.

3.28 **природное основание**: Напластование грунтов, воспринимающее давление от намытой толщи [7].

3.29 **пульпа (гидросмесь)**: Механическая смесь грунта с водой [7].

3.30 **пульпопровод**: Трубопровод или лоток для транспортирования пульпы.

[ГОСТ 17520-72 п. 18]

3.31 **район водопользования гидромеханизации**: Участок суши или акватории, на котором производятся работы средствами гидромеханизации с временным изменением показателей качества воды [9].

3.32 **реконструкция объектов капитального строительства (за исключением линейных объектов)**: Изменение параметров объекта капитального строительства, его частей (высоты, количества этажей, площади, объема), в том числе надстройка, перестройка, расширение объекта капитального строительства, а также замена и (или) восстановление несущих строительных конструкций объекта капитального строительства, за исключением замены отдельных элементов таких конструкций на аналогичные или иные улучшающие показатели таких конструкций элементы и (или) восстановления указанных элементов.

[Федеральный закон [1], статья 14]

3.33 **реконструкция линейных объектов**: Изменение параметров линейных объектов или их участков (частей), которое влечет за собой изменение класса, категории и (или) первоначально установленных показателей функционирования таких объектов (мощности, грузоподъемности и других) или при котором требуется изменение границ полос отвода и (или) охранных зон таких объектов.

[Федеральный закон [1], статья 14.1]

**3.34 рыхлитель земснаряда:** Устройство, отделяющее грунт от массива под водой и разрыхляющее его.

[ГОСТ 17520-72 п. 36]

**3.35 сооружение:** Результат строительства, представляющий собой объемную, плоскостную или линейную строительную систему, имеющую наземную, надземную и (или) подземную части, состоящую из несущих, а в отдельных случаях, и ограждающих строительных конструкций и предназначенную для выполнения производственных процессов различного вида, хранения продукции, временного пребывания людей, перемещения людей и грузов.

[Федеральный закон [10], статья 2]

**3.36 створ пункта контроля качества воды и грунтов:** Условное поперечное сечение, в котором производят комплекс работ для получения данных о показателях качества воды и грунтов (включает несколько вертикалей; вертикаль – условная отвесная линия от поверхности земли, воды или льда до границы пласта, дна водоема или водостока, на которой выполняют работы для получения данных о показателях качества воды и грунтов) [9].

**3.37 строительство:** Создание зданий, строений, сооружений (в том числе на месте сносимых объектов капитального строительства).

[Федеральный закон [1], статья 1]

**3.38 фронт намыва:** Общая ширина потока пульпы, выходящей из конечной точки пульпопровода. Проектная величина фронта намыва рассчитывается в зависимости от группы карьерных грунтов, производительности землесосной установки и продолжительности намыва на данном участке.

**3.39 штабели:** Правильно уложенные и послойно уплотненные массивы грунта, служащие основанием железных и автодорог, ограждений плотин и гидросооружений, строительных материалов и грунтов и т. д.

[СП 45.13330.2012 п. 3.32]

## 4 Общие положения

4.1 Метод гидромеханизации представляет собой механизацию земляных работ, при которой разработка, транспортировка и укладка грунта осуществляется с помощью воды.

4.2 Метод гидромеханизации может применяться на следующих стадиях строительства:

- подготовка объекта к строительству;
- производство строительных работ.

4.3 Производству работ методом гидромеханизации предшествует подготовка объекта к строительству в соответствии с требованиями 4 раздела СТО НОСТРОЙ 2.33.51.

4.4 Разработка грунта методом гидромеханизации производится на основании данных проекта производства работ (ППР) согласно пункта 5.7.2 СП 48.13330, требований данного стандарта, требований подраздела 6.2 СП 45.13330 и разделов 4-7 СП 48.13330.

4.5 Метод гидромеханизации подразделяется на следующие способы:

- гидромониторный (использование гидромониторных устройств);
- рефулерный (использование земснарядных устройств).

4.6 Гидромониторный способ применяется при условии отсутствия подтопления разрабатываемого сооружения в выемке.

4.7 Рефулерный способ применяется при условии наличия минимально необходимых уровней воды в разрабатываемой выемке котлована для работы земснарядных устройств.

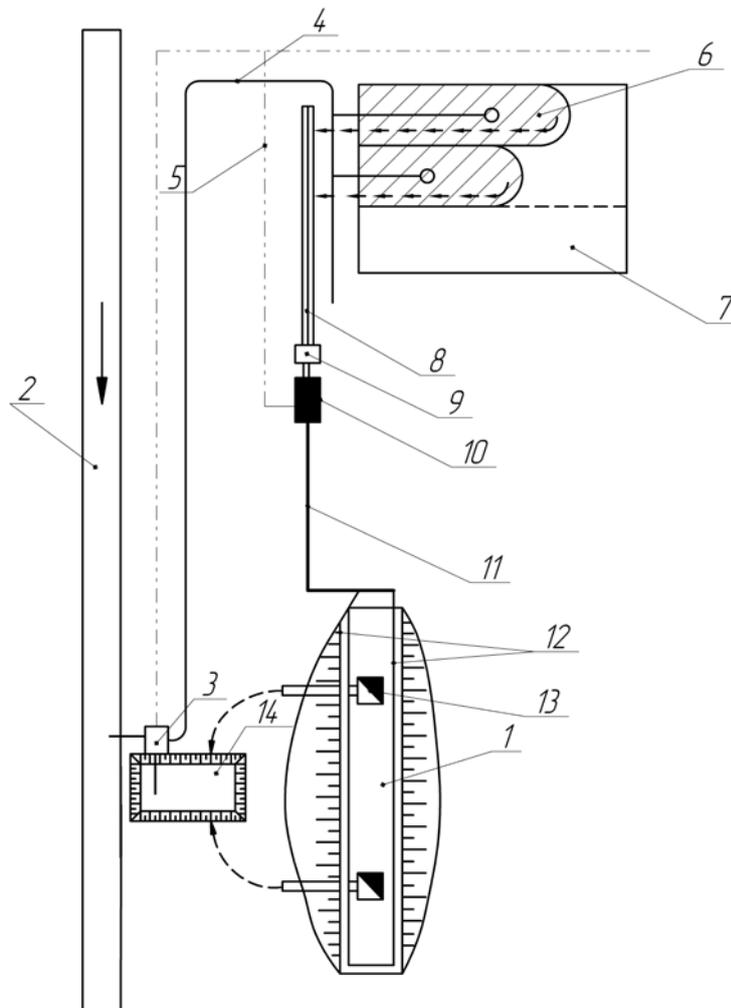
4.8 Примерная схема расположения основных элементов для производства земляных работ гидромониторным способом, представленные на рисунке 1.

4.9 Примерная схема расположения основных элементов для производства земляных работ рефулерным способом, представленные на рисунке 2.

4.10 Производство земляных работ методом гидромеханизации подразде-

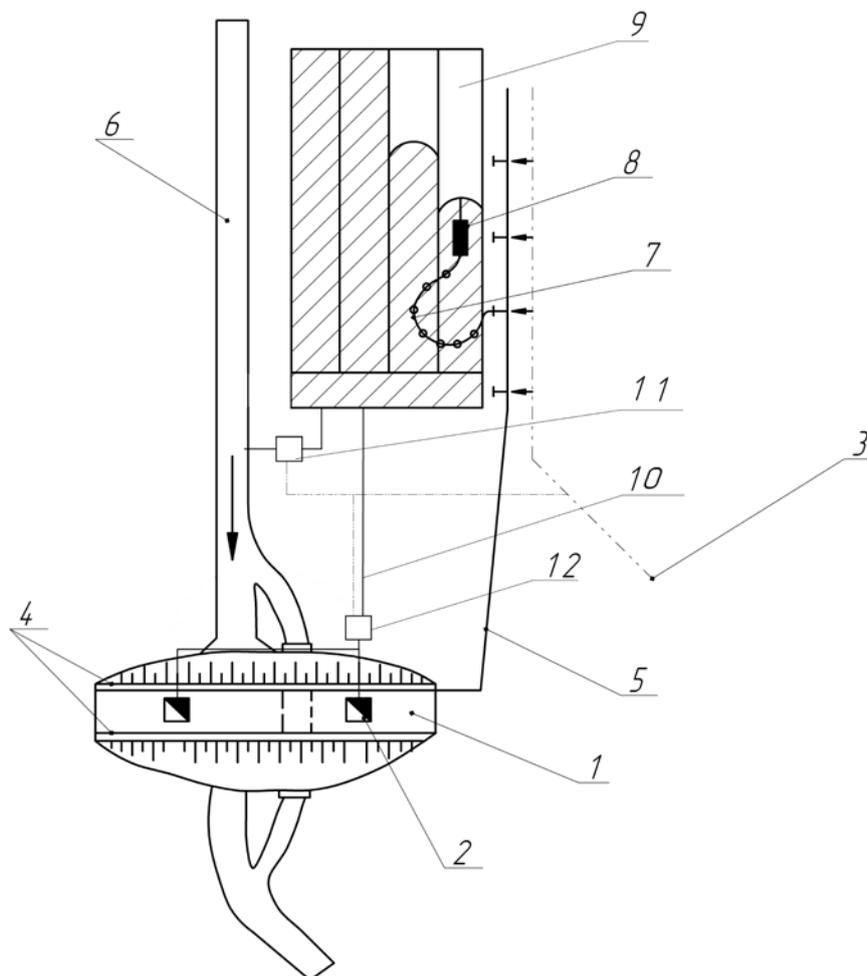
ляется на следующие этапы:

- подготовительные работы при гидромеханизации;
- разработка грунта средствами гидромеханизации;
- гидротранспортирование грунта;
- укладка грунта;
- контроль качества производства гидромеханизированных работ.



1 – место укладки грунта; 2 – водный объект; 3 – водозаборное сооружение с насосной станцией; 4 – напорный водовод; 5 – ЛЭП; 6 – гидромонитор; 7 – выемка; 8 – канава для сбора пульпы; 9 – прямок (зумпф); 10 – землесосная установка; 11 – напорный пульпопровод; 12 – распределительный пульпопровод; 13 – сбросные колодцы; 14 – отстойник

Рисунок 1 – Схема расположения основных элементов для гидромониторного способа



1 – место укладки грунта; 2 – сбросные колодцы; 3 – ЛЭП; 4 – распределительный пульпопровод; 5 – магистральный пульпопровод; 6 – водный объект; 7 – плавучий пульпопровод с питающим кабелем; 8 – земснаряд; 9 – выемка; 10 – водовод для возврата воды; 11- водозаборное сооружение с насосной станцией; 12 – перекачивающая станция дренажного стока

Рисунок 2– Схема расположения основных элементов для рефулерного способа

## 5 Подготовительные работы при гидромеханизации

Подготовка к работе средств гидромеханизации включает следующие работы:

- организация водоснабжения с устройством водозаборного сооружения и

насосной станции;

- разбивка трассы и прокладка магистральных водоводов и пульпопроводов, устройство распределительных пульпопроводов;

- разбивка прорезей, каналов, котлованов и других выемок с установкой створных знаков;

- монтаж гидромонитора (для гидромониторного способа);

- монтаж земснаряда, плавучего пульпопровода, питающего кабеля и установка вспомогательных устройств (для рефулерного способа);

- устройство пульпосточных лотков, канав и приямка (зумпфа) для сбора пульпы с монтажом землесосных установок (для гидромониторного способа);

- разбивка и устройство намываемых сооружений, гидроотвалов с отсыпкой дамб первичного обвалования, дренажных устройств, водосбросных колодцев и труб;

- устройство прудков-отстойников с отсыпкой дамб обвалования и водосбросных колодцев и труб;

- устройство линий электропередачи и связи.

Объемы выполненных подготовительных работ следует подтверждать соответствующими актами. Приемку законченных подготовительных работ производят рабочие комиссии согласно СП 68.13330 с составлением акта ввода земснаряда в эксплуатацию.

## **5.1 Организация водоснабжения с устройством насосной станции и водозаборного сооружения**

5.1.1 Для водоснабжения гидромониторных и землесосных работ рекомендуется применять три основных схемы:

- прямого водоснабжения;

- водоснабжение с кругооборотом;

- водоснабжение с кругооборотом и подпиткой свежей водой.

5.1.1.1 Если источник водоснабжения существенно превышает потреб-

ность гидромеханизации используют прямое водоснабжение. При необходимости дополнительного осветления отработанной воды перед сбросом ее в водный объект устраивают прудки-отстойники.

5.1.1.2 При недостаточном дебите водоисточника или при жестких требованиях, не допускающих попадания отработанной воды в водный объект устраивают водоснабжение с кругооборотом.

5.1.1.3 При недостатке воды в использовании кругооборотной схемы, связанными с ее потерями на испарение и инфильтрацию, устраивают станции подпитки, которые периодически компенсируют потерянную воду.

5.1.1.4 Схема оборотного водоснабжения должна соответствовать требованиям подраздела 8.6 СП 37. 13330.

5.1.1.5 Использование рек с малым расходом или небольших водоемов для водоснабжения установок гидромеханизации разрешается при наличии водохозяйственного расчета, учитывающего санитарный минимум, естественные потери и хозяйственные потребности в воде района, находящегося ниже водозабора.

5.1.2 В состав насосной станции могут входить: водозаборное сооружение с рыбозащитными устройствами, подводный канал или закрытый трубопровод, аванкамера, здание насосной станции с трансформаторной подстанцией, напорный трубопровод, водовыпускное сооружение, сороудерживающее сооружение, аварийный водосброс, сооружение и здание маслохозяйства, компрессорная, котельная, наружные сооружения и сети водоснабжения и канализации, а также вспомогательные здания и сооружения для нужд эксплуатации (гараж, материальный склад и т.д.).

5.1.2.1 В зависимости от условий местности, водного объекта и потребностей средств механизации устанавливаются стационарные или передвижные насосные установки. При сильном колебании уровня воды в водном объекте, предпочтение необходимо отдавать передвижным насосным установкам.

5.1.2.2 Передвижную насосную установку рекомендуется монтировать на понтоне.

5.1.2.3 Соединение насосных установок на понтоне с неподвижными магистральными водоводами производится через резиновые гибкие шланги или шаровые шарниры.

5.1.2.4 Стационарная насосная установка монтируются на фундамент.

5.1.2.5 Всасывающие трубопроводы насосов рекомендуется выполнять из стальных труб.

5.1.2.6 Все соединения всасывающего трубопровода должны быть герметичными.

5.1.2.7 Конструктивное исполнение напорных и всасывающих трубопроводов должно исключать передачу на насос вибрации и температурных изменений длины труб.

5.1.2.8 При монтаже насосных станций руководствуются ППР.

5.1.2.9 Водозаборные сооружения следует возводить в соответствии с положениями раздела 8 СП 31.13330 и разработанного ППР.

5.1.3 Для контроля уровней воды, производится установка водомерных реек с увязкой их нулей с постоянным репером.

## **5.2 Разбивка трассы и прокладка магистральных водоводов и пульпопроводов с выпусками, устройство распределительных пульпопроводов**

5.2.1 Перед прокладкой магистральных водоводов и пульпопроводов производится разбивка трассы в соответствии с ППР, в том числе устанавливаются:

- знаки закрепления углов поворота трассы;
- створные знаки углов поворота трассы в количестве не менее двух на каждое направление угла в пределах видимости;
- створные знаки на прямолинейных участках трассы, установленные попарно в пределах видимости;

- створные знаки закрепления прямолинейных участков трассы на переходах через реки, овраги, дороги и другие естественные и искусственные препятствия в количестве не менее двух с каждой стороны перехода в пределах видимости.

5.2.2 Прокладку магистральных водоводов и пульпопроводов следует проводить по кратчайшим трассам, избегая поворотов в плане, выполняя их по плавным кривым, избегая резких переломов в профиле. Минимальные допустимые радиусы изгиба осей водоводов и пульповодов должны соответствовать требованиям п. 4.40 СНиП III-42. Естественные и искусственные препятствия (реки, болота, дороги и т. п.) следует обходить в тех случаях, когда удлинение трубопроводов на обводе не вызывает необходимости усложнения (увеличения мощности или количества единиц землесосного оборудования) гидротранспортной схемы.

5.2.3 Для прокладки одной линии магистрального трубопровода (пульповода или водовода) ширина полосы отвода земли должна быть не менее 8 м, для каждой дополнительной линии добавляется полоса шириной 2 м.

5.2.4 При монтаже прямолинейных участков магистральных трубопроводов подверженных колебаниям температуры, устанавливают компенсаторы.

Линейное удлинение  $\Delta L$ (мм) трубопровода между двух неподвижных опор соответствует требуемой компенсирующей способности компенсатора и определяется по следующей формуле:

$$\Delta L = \alpha \times L \times \Delta t \quad (1)$$

где  $L$  – длина трубопровода, м;

$\Delta t$  – значение перепада температур трубопровода за период монтаж-эксплуатация, °С;

$\alpha$  – коэффициент линейного расширения материала трубопровода (для углеродистой и оцинкованной стали равен 0,011), мм/(м×°С).

Рекомендуется использовать компенсаторы по ГОСТ Р 51571, ГОСТ 30780, ГОСТ 27036.

5.2.5 При прокладке напорных магистральных пульповодов радиусы

поворота должны соответствовать требованиям п.п. 6.2.1.4 СП 45.13330.

5.2.6 При пересечении и сближении с воздушными линиями электропередач трубопроводы (пульпопровод или водоводы) должны быть заземлены в соответствии с требованиями раздела 5 ГОСТ Р 51164. В зоне пересечения трубопроводов с воздушными линиями электропередач должны укладываться новые трубы. Сближение или пересечение пульпопроводов с воздушными линиями электропередач и связи выполняется при условии применения устройства специальных отбойных козырьков над стыками труб. Отбойные козырьки устанавливаются для предотвращения попадания пульпы на линии электропередач в случае разгерметизации стыка, посредством изменения направления. При расстоянии более 30 м от воздушных линий электропередач и связи до трубопроводов, выполнение мероприятий по защите от электрокоррозии не требуется.

5.2.7 Профиль трассы магистрального трубопровода должен предусматривать возможность его полного самотечного опорожнения через водовыпуски. При укладке трубопровода должны отсутствовать разнонаправленные уклоны, описываемые вогнутой формой по его длине. Трассу магистральных трубопроводов рекомендуется проверять с помощью геодезического оборудования.

5.2.8 Магистральные трубопроводы рекомендуется укладывать по поверхности земли на деревянных или бетонных подкладках, которые следует располагать по обе стороны стыка труб. Схема расстановки подкладок для труб с фланцевым соединением, по обе стороны стыка труб, плюс расстановка подкладок препятствующих провисанию труб. Схема расстановки подкладок для сварных труб, заключается в расстановке подкладок на расстояниях препятствующих провисанию труб. Подкладки должны быть выполнены с условием препятствия сваливания трубопровода с них.

5.2.9 При переходе трубопровода через пониженные места, малые реки, овраги, заболоченные участки его необходимо прокладывать на опорах по подготовленному основанию. Длина пролетов между опорами определяется в соответствии с несущей способностью труб (с учетом их возможного гидроабразивного износа) и должна удовлетворять требования подраздела

8.4 СП 37.13330. При укладке трубопроводов на косогорных участках, трубы следует надежно укреплять анкерами или другими удерживающими средствами, рекомендуется использование анкер-инъекторов и винтовых анкерных устройств.

5.2.10 При переходе магистральных водоводов и пульпопроводов через водные объекты (реки, водохранилища, озера, каналы и др.) трубопроводы прокладываются над водой (акведуки) или под водой (дюкеры).

5.2.11 При переходе трубопровода под водой, дюкер укладывают из двух ниток труб: рабочей и резервной. Перед спуском дюкера в воду, он должен быть опрессован давлением 1 МПа. Все стыки дюкера соединяются сваркой со 100 % контролем сварочных стыков.

Дюкеры следует укладывать свободным погружением на дно в подводную траншею. При ширине водной преграды более 200 м и скорости течения более 0,5 м/с, укладка дюкеров в период паводка и ледохода не разрешается. Укладку дюкеров в паводок при ширине водной преграды до 200 м и скорости течения воды не более 0,5 м/с следует устанавливать в проекте.

Во избежание повреждения дюкера от механических воздействий после укладки, его следует засыпать грунтом.

Дюкеры должны быть оборудованы вантузами и обратными клапанами для предотвращения всплытия дюкера во время перепусков.

5.2.12 Земляные работы по устройству подводных траншей, должны заканчиваться одновременно с подготовкой дюкера к укладке. Участок подводной траншеи, подвергающийся интенсивному заносу грунтом, должен разрабатываться в последнюю очередь, непосредственно перед укладкой трубопровода.

5.2.13 При размещении магистральных водоводов и пульпопроводов в поймах подверженных затоплению, монтаж трубопроводов необходимо произвести до паводка с пригрузкой или закреплением его во избежание всплытия.

5.2.14 Магистральные пульпопроводы и водоводы на болотах следует укладывать и монтировать на лежневых или свайных опорах, в случае невоз-

возможности, на предварительно намытом пионерным способом основании (тропе).

5.2.15 Пересечения магистральными трубопроводами железных и автомобильных дорог следует выполнять в соответствии с подразделом 8.4 СП 37.13330, разделами 6, 7 СНиП 2.05.06.

5.2.16 Конструкции пересечений пульпопроводами и водоводами железных и автомобильных дорог, нефтепроводов, газопроводов, линий электро-снабжения и связи, трассы укладки труб и условия, порядок производства работ в зоне действующих предприятий вблизи от строений должны быть согласованы с организациями, эксплуатирующими эти объекты.

5.2.17 Распределительные пульпопроводы следует подсоединять к магистральным на стыке двух смежных карт.

### **5.3 Разбивка прорезей, каналов, котлованов и других выемок с установкой створных знаков**

5.3.1 Разбивка выемок производится с применением геодезического оборудования в соответствии с ППР.

5.3.2 Створные знаки располагают по оси разбиваемых сооружений.

### **5.4 Монтаж гидромонитора**

5.4.1 Монтаж гидромонитора производится в соответствии с эксплуатационной документацией завода изготовителя.

5.4.2 Рекомендуется применение самоходных мониторов с гибким соединением его с водоводом.

5.4.3 Для гидромониторов работающих при давлении до 2,5 МПа рекомендуется для герметичного соединения напорных шлангов между собой, а также для присоединения их к гидромониторам использовать шланговые соединения по ГОСТ 3124.

## **5.5 Монтаж земснаряда, плавучего пульпопровода, питающего кабеля и установка вспомогательных устройств**

5.5.1 Монтаж земснаряда производится в соответствии с эксплуатационной документацией завода изготовителя.

5.5.2 Готовность земснаряда к работе на объекте подтверждается актом в соответствии с приложением Б ГОСТ Р 12.3.048.

5.5.3 Плавучий пульпопровод присоединение (отсоединение) к пульпопроводу земснаряда производится с плавсредства достаточной грузоподъемности, пришвартованного к земснаряду.

5.5.4 Неисправное состояние ограждения, настила и переходных трапов плавучего пульпопровода не допускается.

5.5.5 Работы с питающим кабелем необходимо производить в соответствии с п.п. 5.3.23, 5.4.18, 6.18, 6.19 ГОСТ Р 12.3.048.

5.5.6 Конструкция мертвых якорей должна обеспечивать быструю и достаточно простую их установку. Форма якоря должна обеспечивать ему максимальную держащую силу, а удерживающая способность якоря должна обеспечивать его неподвижность на грунте при любом состоянии погоды. Прочность якоря должна соответствовать его держащей силе. Якоря не должны иметь сильно выступающих частей, создающих опасность как плавательных средств. На суше якоря заводятся методом перетаскивания вручную, или перевозки. По воде для перемещения якорей используют специальные мотозавозни.

5.5.7 Швартовное устройство располагается на верхней палубе земснаряда и предназначаются для надежного удержания земснаряда у точки работы, причала (пирса), плавучих сооружений или борта другого плавательного средства.

5.5.8 По контуру допустимого подхода земснаряда и плавучего пульпопровода к подводным кабелям, трубопроводам, дюкерам, и другим сооружениям в зоне разработки производят установку ограждающих знаков.

## **5.6 Устройство пульпосточных лотков, канав и приемка (зумпфа) для сбора пульпы с монтажом землесосных установок**

5.6.1 Канавы и приемки должны быть устроены таким образом, при котором выполняется условие пропускания всего объема пульпы. Приемка должна обеспечивать размещение всасывающей трубы землесосной установки.

5.6.2 Величина уклона пульпосточных лотков и канав зависит от крупности частиц транспортируемого грунта и должна соответствовать приведенным значениям в таблице 1.

Таблица 1 – Наименьший уклон пульпосточных лотков и земляных канав

Транспортируемый грунт	Уклон
Глинистый	0,015-0,045
Мелкозернистый	0,025-0,045
Среднезернистый	0,030-0,050
Крупнозернистый	0,040-0,060
Гравий	0,050-0,070

5.6.3 Землесосные установки, используемые при гидромониторной разработке открытых выемок, монтируются на срок, определяемый сроками и режимом строительного процесса.

5.6.4 В зависимости от предполагаемой длительности действия стационарной установки решается вопрос о конструкции ее фундамента: постоянный бетонный или временный бревенчатый.

5.6.5 При монтаже передвижных землесосных установок предусматривается устройство позволяющее производить многократные передвижки (перетаскиванием землесоса на другое место).

## **5.7 Разбивка и устройство намываемых сооружений, гидроотвалов с отсыпкой дамб первичного обвалования, дренажных устройств, водосбросных колодцев и труб**

5.7.1 Разбивка сооружений производится с применением геодезического

оборудования в соответствии с ППР.

5.7.2 Дамбы первичного обвалования рекомендуется возводить из песчаных или песчано-гравелистых грунтов.

5.7.3 Допускается возводить дамбы первичного обвалования из супесчаных, суглинистых и глинистых грунтов, лежащих в основании сооружения, но при условии отсыпки их вне проектного контура сооружения.

5.7.4 При намыве профильных сооружений на заболоченных или затопленных территориях дамбы первичного обвалования возводятся из предварительно намывтого песчаного грунта.

5.7.5 В соответствии с СП 45.13330, дренажные устройства, закладываемые внутри земляных намывных сооружений, перед замывом следует защищать слоем укладываемого насухо песчаного грунта толщиной 1-2 м или другими способами, предусмотренными в ПОС. Грунт засыпки должен иметь одинаковый гранулометрический состав с намываемым или быть более крупнозернистым.

5.7.6 При намыве сооружений должен быть организован отвод (сброс) воды с помощью сбросных устройств. Система отвода воды и конструкция сбросных устройств определяются в проекте организации строительства с учетом типа намываемого сооружения, способов и схем намыва, а также с учетом требований к составу и качеству сбросной воды [11].

5.7.7 Водосбросные колодцы устраивают с максимальным учетом местных условий для дренажа.

5.7.8 Сбросные колодцы следует устраивать непосредственно на грунте либо на искусственном основании в зависимости от несущей способности грунтов.

5.7.9 Вокруг верхней водозаборной части колодцев необходимо устраивать ограждения для предохранения сбросной трубы от попадания в нее плавающих предметов, а доступ к ним должен быть обеспечен мостками или с помощью плавсредств.

5.7.10 При устройстве временных колодцев с укладкой сбросного коллек-

тора или сбросных труб через бровку сооружения необходимо предохранить откосы от размыва.

5.7.11 Сбросные трубы следует укладывать с постоянным уклоном от колодца. При необходимости переломов в горизонтальной плоскости их следует осуществлять через колодцы.

5.7.12 В процессе намыва, для предупреждения всплывания сбросных труб их пригружают.

5.7.13 Для предупреждения контактной фильтрации, при намыве напорных сооружений на сбросных трубах следует устанавливать диафрагмы.

5.7.14 Для закрепления контрольных поперечников и створов производится установка на картах намыва реек.

## **5.8 Устройство прудков-отстойников с отсыпкой дамб обвалования и водосбросных колодцев и труб**

5.8.1 Устройство прудков-отстойников не допускается на участке, предназначенном для строительства зданий и сооружений.

5.8.2 Продольная ось прудка-отстойника должна быть параллельной оси сооружения. Смещение оси прудка-отстойника от оси сооружения допускается в пределах, устанавливаемых проектом производства работ.

5.8.3 Прудок-отстойник следует размещать по оси намываемого сооружения при высоте насыпи более 4 м.

5.8.4 Отсыпка дамб обвалования выполняется из малопроницаемых для воды грунтов.

5.8.5 Для предотвращения перелива воды через дамбы обвалования, необходимо оснащать, прудки-отстойники, водосбросными колодцами и трубами.

## **5.9 Устройство линий электропередачи и связи**

5.9.1 Устройство линий электропередачи и связи производят за пределами карт намыва на основе планов ППР.

5.9.2 При присутствии альтернативных источников энергии и связи, возведение линий электропередач и связи не требуется.

## **5.10 Контроль выполнения подготовительных работ**

5.10.1 При выполнении подготовительных работ производится контроль следующих видов:

- входной;
- операционный;
- приемочный.

5.10.1.1 Входной контроль осуществляется на стадии разгрузки оборудования, конструкций, труб и других материалов на строительную площадку. При входном контроле проверяется количество и комплектация оборудования (конструкций), наличие дефектов и повреждений, наличие необходимой документации. Результаты входного контроля фиксируются в журнале.

5.10.1.2 Операционный контроль осуществляется на стадии производства подготовительных работ. Схемы операционного контроля являются составной частью ППР. Выявленные в ходе операционного контроля дефекты (отклонение от проектов, стандартов, требований нормативных документов) необходимо фиксировать в журналах с указанием срока исполнения и исполнителей.

5.10.1.3 Приемочный контроль осуществляется на стадии готовности всех подготовительных работ. Приемка проводится с участием уполномоченных представителей строительной организации. В процессе приемки подготовительных работ выполняется визуальный осмотр на наличие выполненных работ по перечню в ППР и испытания установленного оборудования, трубопроводов, канав (лотков) и электросетей на предельные нагрузки с оформлением подтверждающих актов проведенных испытаний. Завершение приемки оформляется актом.

## 6 Разработка грунта средствами гидромеханизации

### 6.1 Разработка грунта земснарядами

6.1.1 С целью устройства котлованов, каналов и других профильных выемок, а также намыва земляного полотна дамб, плотин и других земляных сооружений, как из профильных выемок, так и специально отведенных карьеров для разработки грунта должны применяться земснаряды.

6.1.2 При разработке обводненной выемки земснарядами глубину разработки карьера от уровня воды следует принимать по таблице 2 [12].

Таблица 2 – Глубины разработки в зависимости от производительности землесосного снаряда

Производительность плавучего землесосного снаряда по грунту, м <sup>3</sup> /ч	Наименьшая глубина забоя от уровня воды, м	Наибольшая глубина разработки, м	
		с рыхлением	со свободным всасыванием
80	1,5	6	8-12
200	2,5	7-10	10-15
400	3,5	10-15	15-20
Примечание – При работе со свободным всасыванием верхний предел относится к разработке песчаных грунтов, нижний – гравелистых.			

6.1.3 В контурных и профильных выемках, разработка грунта земснарядами должна производиться в соответствии с проектными данными и с учетом последующей доработки откосов землеройными машинами.

6.1.4 Грунты слабоуплотненные, гравелистые и песчано-гравелистые следует разрабатывать под водой свободным всасыванием (без привлечения дополнительных устройств) или гидрорыхлением (с привлечением дополнительного устройства, которое с помощью извлекаемого из него высоких скоростей воды разрушает грунт, который далее забирается всасывающим трубопроводом).

6.1.5 Связные, плотнослежавшиеся и цементированные грунты разрабатывают механическими рыхлителями земснаряда, при этом глины следует раз-

рабатывать послойным способом путем резания специальными грунтозаборными устройствами горизонтальными слоями по направлению сверху вниз.

6.1.6 Заложение откосов выемок, должно соответствовать углу естественного откоса грунта, принимаемого по таблице 3 [11]. При производстве работ выемку следует уширять с учетом обрушения грунта откоса, чтобы в случае обрушения грунта откосов площадь живого сечения выемки соответствовала проектной.

Таблица 3 – Крутизна откосов в воде для разных типов грунтов

Грунт	Крутизна откосов в воде	
	стоячей	текущей
Песчано-гравийный	1:1,5-1:2	1:2-1:2,5
Мелко- и среднезернистые пески	1:3-1:3,5	1:4-1:6
Тонкозернистые пески	1:5-1:6	1:5-1:8
Примечание 1 Стоячая вода – вода не имеющая скоростей потока водных масс. 2 Текучая вода – вода имеющая скорость потока водных масс.		

6.1.7 При разработке профильных выемок не допускается производить перебор грунта по откосам, подлежащим креплению.

6.1.8 При разработке землесосными снарядами профильных выемок проект организации строительства должен предусматривать [11]:

- а) удаление недоборов;
- б) удаление отложений грунта, образующихся при сбросе воды в выемку с карт намыва или отвалов.

6.1.9 Параметры разработки выемок земснарядами и предельные отклонения от отметок и габаритов, следует принимать по таблице 6.5 СП 45.13330.

6.1.10 В зависимости от высоты забоя и подстилающего полезную толщину слоя грунта, недобор грунта при разработке карьера земснарядами следует определять согласно разделу 6 СП 45.13330. При засоренности забоя валунами, топляками, пнями и прочими предметами процент недобора грунта в зависимости от степени и характера засоренности карьера следует принимать для расчетов с увеличением на 10 % [12].

6.1.11 Разработка грунта землесосными снарядами в профильных выем-

ках должна производиться прорезями, ширина которых определяется проектом производства работ [11].

## 6.2 Разработка грунта гидромониторами

6.2.1 Гидромониторный способ разработки грунтов следует применять во всех грунтах, кроме скальных и жирных глин, при устройстве выемок различного назначения (котлованов, каналов т. п.), при разработке необводненных карьеров для намыва насыпей и при производстве вскрышных работ.

6.2.2 Грунт можно разрабатывать гидромониторами двумя способами:

- а) встречным забоем (рисунок 3);
- б) попутным забоем (рисунок 4).

Выбор способа определяется расчетом экономической эффективности. При несвязных грунтах рекомендуется использовать способ попутного забоя.

6.2.3 В зависимости от мощности разрабатываемой толщи грунта и его геологического строения, разработку гидромониторами следует осуществлять одним или несколькими уступами. Наибольшая высота уступа выбирается с учетом обеспечения безопасности производства работ и не должна превышать 20 м.



1 –гидромонитор; 2 – струя воды

Рисунок 3 – Разработка грунта гидромонитором встречным забоем



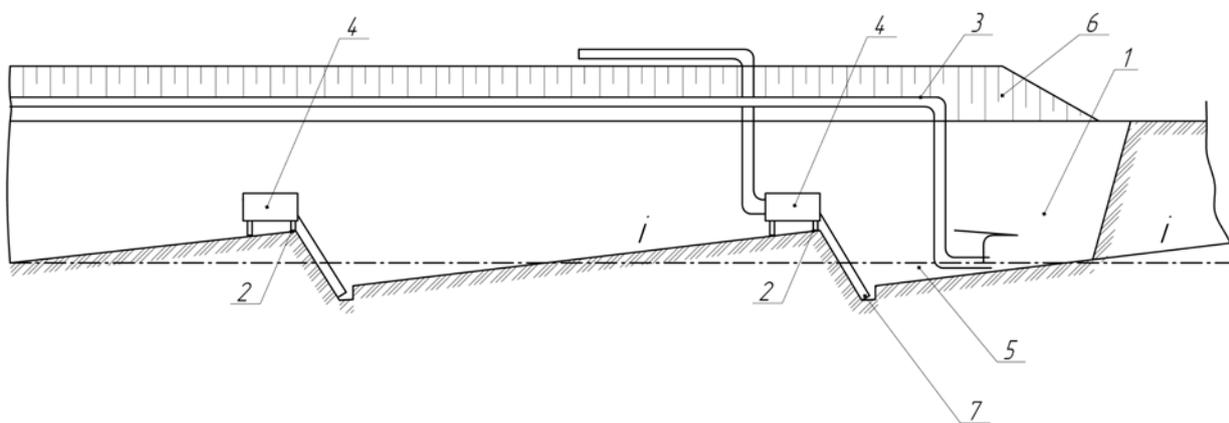
1 – гидромонитор; 2 – струя воды

Рисунок 4 – Разработка грунта гидромонитором попутным забоем

6.2.4 Уступы делятся на блоки. Блоки делятся на участки. Участки разрабатываются с одной стоянки передвижной гидромониторно-землесосной установкой. Длина участка верхних уступов не ограничивается. Разработку верхних уступов целесообразно вести участками максимальной длины. Получающийся при этом недомыв грунта должен убираться при разработке нижележащего уступа. Разработку нижнего уступа следует предусматривать участками небольшой длины, при которой обеспечивается минимальный недомыв.

6.2.5 Обрушение уступа способом подрезки грунта струей воды ведется по возможности по всей ширине участка.

6.2.6 При разработке гидромониторами выемок большой протяженности необходимо производить разбивку выемки на забои (рисунок 5)



1 – гидромонитор; 2 – недомыв; 3 – водовод; 4 – землесосная станция; 5 – переуглубление ниже дна; 6 – дамба обвалования; 7 – приямок (зумпф)

Рисунок 5 – Разбивка на забои при выполнении гидромониторным способом выемок большой протяженности

6.2.7 При разработке выемок нельзя допускать перебора грунта и нарушения его естественного состояния ниже проектных отметок и за пределами проектных откосов. Недобор грунтов на откосах следует принимать 1,5 м для песчаных и 1,0 м – для глинистых грунтов. Доработку откосов выемок необходимо производить землеройными механизмами [12].

6.2.8 Гидромонитор должен размещаться перед забоем на расстоянии не менее высоты забоя.

6.2.9 Производительность работающих гидромониторов должна быть увязана с производительностью насосных и землесосных станций.

6.2.10 Каждый гидромонитор должен подключаться к отдельному распределительному водоводу, который наращивается по мере разработки забоя.

6.2.11 При проходе электролиний в непосредственной близости от места производства работ, на гидромониторе следует устанавливать ограничители поворота и подъема ствола, исключающие вероятность подмыва столбов и попадания струи на провода.

### **6.3 Разработка грунта в зимних условиях и условиях вечной мерзлоты**

6.3.1 При разработке грунта в зимних условиях и условиях вечной мерзлоты рефулерным способом следует придерживаться следующих требований:

6.3.1.1 Перед началом гидромеханизированных работ при отрицательных температурах должен быть выполнен комплекс мероприятий, который предусматривает [11]:

а) обозначение и ограждение опасных мест, в первую очередь границ выработок, водоемов, майн и др.;

б) освещение в темное время суток опасных мест (проездов, проходов, майн и др.);

в) меры безопасности при скалывании льда, поддержание майны;

г) обеспечение противопожарной безопасности.

6.3.1.2 Применение гидромеханизации при отрицательных температурах воздуха допустимы при большой интенсивности работ с сохранением необходимого качества проведения работ.

6.3.1.3 При остановках и перерывах в работе все трубопроводы должны быть немедленно освобождены от воды и пульпы. В случае необходимости трубопроводы следует утеплять.

6.3.1.4 При работе плавучих землесосных снарядов в условиях отрицательных температур воздуха следует выбирать карьеры в малопроточных или замкнутых водоемах. При этом необходимо предусматривать мероприятия, обеспечивающие приток грунтовых вод и сокращение площади разрабатываемых карьеров.

6.3.1.5 Предпочтительно выбирать забои сложенными песчаными грунтами с большой глубиной разработки, не засоренными валунами, пнями, с минимальным содержанием линз глинистого и суглинистого грунтов и других включений.

6.3.1.6 Для обеспечения возможности перемещения плавучего землесосного снаряда вокруг него создается майна шириной не менее трехкратной ширины землесосного снаряда, а вокруг плавучего пульпопровода – не менее пятикратной ширины понтонов. Все работы по созданию майны должны быть максимально механизированы путем применения ледорезных машин, кранов, автосамосвалов и других механизмов и приспособлений [11].

6.3.1.7 На поверхности надводных карьеров следует применять мероприятия против промерзания для этого необходимо производить вспашку грунта на глубину 20-30 см, снегозадержание и т. д.

6.3.1.8 Необходимо не допускать образования прослоек и линз льда в грунте намываемых сооружений.

6.3.1.9 В зимних условиях преимущественно надлежит применять намыв сооружений под воду. Допустимое возвышение конусов грунта над уровнем воды определяется проектом организации строительства. При намыве под лед должна обеспечиваться достаточная для укладки грунта глубина прудка-

отстойника, размеры которого определяются ППР, согласно приложению К СП 45.13330.

6.3.1.10 Непрофильные отвалы грунта намываются без особых предосторожностей, при этом необходимо проводить постоянный контроль за устойчивостью дамб обвалования.

6.3.1.11 В зонах распространения вечной мерзлоты производить разработку с применением средств гидромеханизации можно только талых грунтов в теплое время года.

6.3.1.12 Мероприятия, предусматриваемые в ППР по ликвидации аварийных ситуаций в зимний период должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 12.3.048 и приложению А.

6.3.1.13 Намытые в зимних условиях напорные и другие ответственные сооружения (за исключением насыпей на вечномерзлом основании) до приемки в эксплуатацию должны быть обследованы с проверкой в соответствии с приложением К СП 45.13330.

6.3.2 Разработку карьеров гидромониторным способом в зимних условиях, без разработки специального ППР, не производят.

## **7 Гидротранспортирование грунта**

При разработке грунта транспортирование грунтовой смеси осуществляется:

- а) землесосными снарядами под напором по трубам;
- б) гидромониторно-насосно-землесосными установками самотеком по канавам и далее под напором по трубам;
- в) гидромониторно-насосными установками самотеком по канавам и лоткам.

## 7.1 Гидротранспорт грунта напорным способом

7.1.1 Гидравлический расчет напорных пульпопроводов рекомендуется производить в соответствии с разделом 2 Пособия [13].

7.1.2 Альтернативный расчет гидротранспорта грунта заключается в определении скоростей для его транспортирования, а также диаметров пульпопроводов и потерь напора в них [12].

7.1.2.1 Рекомендуемые значения средних скоростей движения пульпы приведены в таблице 4. Диаметр пульпопровода устанавливается по расходу и требуемой скорости транспортирования грунтовой смеси (пульпы).

Таблица 4 – Рекомендуемые средние скорости движения пульпы

Диаметр пульпопровода, мм (условный проход)	Средняя скорость движения пульпы $V$ м/с, в зависимости от транспортируемого материала			
	Глины и су-глинки, не дающие при разработке комков $d=0,005-0,05$ мм	Супеси и пески мелкие и средние, $d=0,5-1$ мм	Пески крупные с небольшим количеством гравия $d=1-5$ мм	Пески крупные с большим количеством гравия $d=5-20$ мм
200	1,4	1,7	2,1	2,4
250	1,6	2,0	2,4	2,7
300	1,8	2,1	2,6	3,0
350	2,0	2,2	2,8	3,3
400	2,1	2,4	3,0	3,5
450	2,2	2,6	3,2	3,7
500	2,3	2,7	3,3	3,8
600	2,5	3,0	3,6	4,2
700	2,7	3,2	4,0	4,5

7.1.2.2 Альтернативный принцип подбора диаметра трубопроводов для гидравлического транспортирования грунта представлен в приложении В.

7.1.2.3 Потери напора при движении пульпы в напорном пульпопроводе следует рассчитывать по формуле

$$i_n = i_{nn} \cdot K \quad (2)$$

где  $i_n$  – удельные потери напора на 1 м трубопровода при движении воды (таблица 5);

Таблица 5 – Потери напора на 100 п. м. в водоводах в зависимости от диаметра труб и расхода воды

Расход Q		Диаметр труб, мм																	
		200		250		300		350		400		450		500		600		700	
м <sup>3</sup> /час	л/с	м/с	100 М	м/с	100 М	м/с	100 М	м/с	100 М	м/с	100 М	м/с	100 М	м/с	100 М	м/с	100 М	м/с	100 М
250	70	2,21	2,55	1,42	0,84	1,0	0,36	0,73	0,17	0,55	0,09	–	–	–	–	–	–	–	–
360	100	3,18	5,07	2,04	1,74	1,42	0,71	1,04	0,33	0,80	0,17	0,63	0,10	–	–	–	–	–	–
400	110	3,50	6,03	2,24	2,02	1,56	0,86	1,14	0,40	0,88	0,21	0,69	0,11	–	–	–	–	–	–
450	125	3,98	7,76	2,55	2,70	1,77	1,09	1,30	0,51	1,00	0,26	0,79	0,15	–	–	–	–	–	–
500	140	4,45	9,60	2,85	3,28	1,98	1,34	1,46	0,63	1,13	0,34	0,88	0,18	–	–	–	–	–	–
540	150	4,77	10,92	3,05	3,72	2,12	1,52	1,56	0,72	1,19	0,37	0,94	0,21	–	–	–	–	–	–
600	165	–	–	3,36	4,46	2,33	1,83	1,72	0,87	1,31	0,44	1,04	0,25	–	–	–	–	–	–
720	200	–	–	4,07	6,30	2,83	2,64	2,08	1,24	1,59	0,65	1,25	0,36	–	–	–	–	–	–
800	220	–	–	4,48	7,75	3,12	3,19	2,29	1,49	1,75	0,77	1,38	0,43	–	–	–	–	–	–
900	250	–	–	5,09	9,70	3,54	4,05	2,60	1,90	1,99	0,98	1,57	0,55	–	–	–	–	–	–
1000	280	–	–	5,76	12,50	3,96	5,03	2,92	2,36	2,23	1,20	1,76	0,68	–	–	–	–	–	–
1080	300	–	–	–	–	4,25	5,70	3,18	2,70	2,39	1,40	1,88	0,77	1,53	0,51	1,06	0,19	0,78	0,01
1115	310	–	–	–	–	4,40	6,10	3,23	2,88	2,47	1,49	1,95	0,83	1,58	0,54	1,10	0,20	–	–
1190	330	–	–	–	–	4,57	6,81	3,44	3,22	2,63	1,67	2,07	0,93	1,68	0,60	1,17	0,23	0,86	0,11
1260	350	–	–	–	–	4,95	7,64	3,65	3,51	2,79	1,87	2,20	1,04	1,78	0,68	1,24	0,26	0,91	0,12
1295	360	–	–	–	–	5,10	8,10	3,75	3,79	2,87	1,96	2,26	1,10	1,83	0,70	1,28	0,29	0,94	0,13
1440	400	–	–	–	–	5,67	9,90	4,17	4,66	3,19	2,42	2,51	1,34	2,08	0,88	1,42	0,33	1,04	0,16
1510	420	–	–	–	–	5,95	10,80	4,38	5,10	3,34	2,64	2,64	1,47	2,14	0,96	1,49	0,36	1,09	0,17

СТО НОСТРОЙ (проект, 1-я редакция)

$K$  – коэффициент, учитывающий повышение сопротивлений при движении пульпы, зависящий от крупности транспортируемого материала, консистенции пульпы и скорости движения (таблица 6).

Таблица 6 – Поправочные коэффициенты к расчету гидротранспорта грунта

Консистенция пульпы тврд. жидк.	Поправочный коэффициент $K$ в зависимости от вида транспортируемого материала и средней скорости движения пульпы (м/с)											
	Глины и суглинки, не дающие при разработке комков			Супеси и пески мелкие и средние			Пески крупные с небольшим количеством гравия			Пески крупные с большим количеством гравия		
	1,4	2,0	2,7	1,7	2,0	3,2	2,1	3,0	4,0	2,4	3,0	4,5
1:20	1,15	1,10	1,05	1,25	1,17	1,10	1,20	1,17	1,15	1,30	1,25	1,20
1:12	1,20	1,15	1,10	1,25	1,20	1,15	1,30	1,25	1,20	1,35	1,30	1,25
1:10	1,25	1,20	1,15	1,30	1,25	1,20	1,35	1,30	1,25	1,40	1,35	1,30
1:8	–	1,25	1,20	–	1,30	1,25	–	1,35	1,30	–	–	–
1:5	–	1,30	1,25	–	–	1,30	–	–	–	–	–	–

7.1.2.4 Методика уточненного расчета гидротранспорта приведена в приложении Б.

7.1.2.5 Если согласно расчету дальность транспортирования пульпы не обеспечивается головной машиной, то необходимо предусматривать применение землесосных станций перекачки, количество которых определяется ППР.

Максимальное количество последовательно установленных перекачивающих станций без разрыва цикла должно быть не более двух. В отдельных случаях допускается установка третьей станции перекачки на основе технико-экономического обоснования.

## 7.2 Гидротранспорт грунта самотечным способом

7.2.1 Безнапорный транспорт грунта применяют при благоприятных топографических условиях местности, в основном для гидросмыва грунта с повышенных мест в пониженные.

7.2.2 Порядок расчета безнапорного транспорта пульпы следующий:

а) находятся необходимые (для транспортируемого грунта) критические скорости для пульпы;

б) рассчитывается уклон дна безнапорного пульпопровода;

в) рассчитываются размеры поперечного сечения лотка или канала.

7.2.3 Расчет основных параметров гидротранспорта грунта самотечным способом рекомендуется производить в соответствии с Пособием [13].

## 8 Укладка грунта

### 8.1 Укладка грунта намывом при устройстве оснований

8.1.1 Технология намыва оснований должна обеспечивать заданные в проекте значения физико-механических характеристик намывных грунтов и сроки подготовки основания [7].

8.1.1.1 Способ, схему намыва и технологические параметры следует назначать в основном исходя из гранулометрического состава карьерного грунта, устойчивости природного основания и требований к намывному основанию, принятых в проекте и предусмотренных техническими условиями по его устройству. Способы и технологические схемы намыва оснований применительно к карьерным грунтам и типам природного основания приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Выбор способа намыва и технологической схемы в зависимости вида грунта и типа природного основания

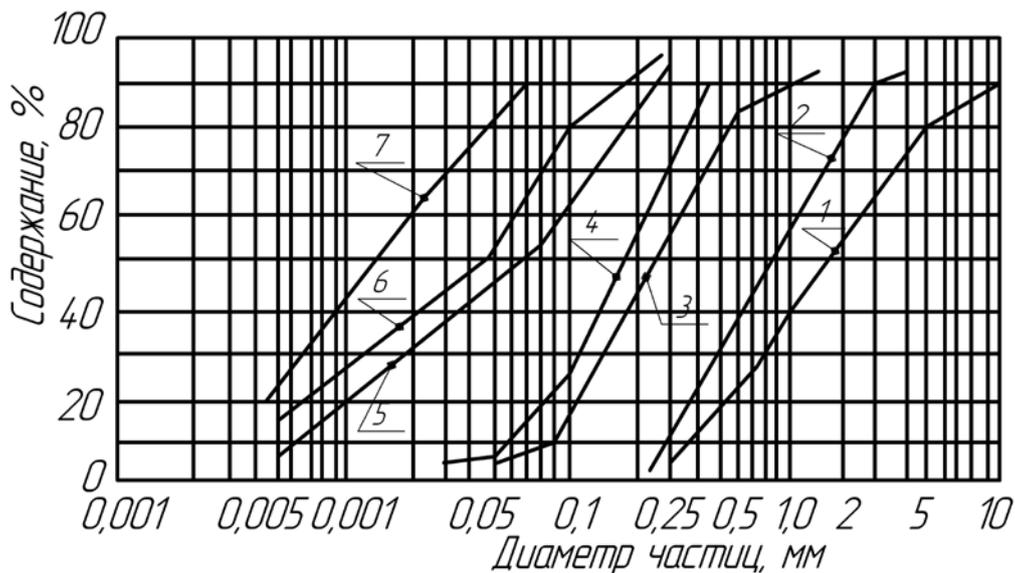
Способ намыва	Технологическая схема	Карьерный грунт	Тип природного основания
1	2	3	4
Эстакадный	Односторонняя, рассредоточенно-торцевая, встречно-торцевая	Супесь, суглинок, глина	Устойчивое I, II
Низкоопорный	Пионерно-торцевая, встречно-торцевая, односторонняя	Супесь, песок пылеватый	Устойчивое I, II
	Односторонняя, рассредоточенно-торцевая		Неустойчивое III

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
Послойно-грунто-опорный	Пионерно-торцевая	Песок пылеватый	Устойчивое I, II
	Односторонняя, зональная		Устойчивое I, II Неустойчивое III
Безэстакадный	Пионерно-торцевая, односторонняя	Песок гравелистый, крупный, средний, мелкий	Устойчивое I, II
	Двухъярусная, однослойная	Песок средний	Устойчивое I
	Цикличная, дренажная	Песок средний, мелкий	Неустойчивое III
Выторфовочно-намывной	Дренажная	Песок средний, мелкий	Неустойчивое III
Примечание – Тип природного основания устанавливается по таблице 8.			

8.1.1.2 При выборе способа и технологической схемы рекомендуется разделять:

- а) природные основания на три типа (таблица 8);
- б) карьерные грунты по гранулометрическому составу (рисунок 6).



Песок: 1 – гравелистый; 2 – крупный; 3 – средней крупности; 4 – мелкий; 5 – пылеватый; 6 – супесь; 7 – суглинок

Рисунок 6 – Группы карьерных грунтов для намыва оснований

Таблица 8 – Деление природных оснований на устойчивое и неустойчивое по деформационным и прочностным свойствам слагающих его грунтов

Тип природного основания	Грунт естественного основания	Модуль деформации $E$ , МПа	Коэффициент пористости $e$	Угол внутреннего трения $\varphi$ , град	Удельное сцепление $c$ , МПа	Показатель текучести $J_L$	Сопротивление сдвигу $\tau$ , МПа	Коэффициент фильтрации $K_f$ , м/сут
I устойчивое	Песок	Более 20	Менее 0,65	Более 30	0,002 0,004	-	-	Более 0,3
II устойчивое	Супеси, суглинки, глины	20-5	0,65-0,80	30-12	0,011- 0,036	Менее 0,75	Более 0,075	$0,3-1 \times 10^{-5}$
III неустойчивое	Илы, торф, суглинки, глины	Менее 5	Более 0,8	Менее 12	Менее 0,036	Более 0,75	Менее 0,075	$1,0-1 \times 10^{-5}$

8.1.1.3 При намыве оснований следует применять способы:

а) основные – эстакадный, безэстакадный и низкоопорный;

б) дополнительные – послойно-грунтоопорный и выторфовочно-намывной.

8.1.1.4 Эстакадный способ применяют при намыве с эстакад высотой 2,0-2,5 м, заглубленных в грунт до 1 м. Низкоопорный способ используют с устройством разводящего пульпопровода на опорах высотой до 1,5 м.

Послойно-грунтоопорный способ выпуска пульпы осуществляют сосредоточенно из торца конечного звена пульпопровода, укладываемого на земляные валы высотой до 1,5 м.

8.1.1.5 Выторфовочно-намывной способ, используемый путем размыва торфа с одновременной заменой его песком, рекомендуется применять на торфах толщиной 4-5 м и при карьерных грунтах групп 2, 3 и 4 (рисунок 6). Скорость струи при расходе пульпы из трубы-иглы 0,5-0,6 м<sup>3</sup>/с назначают равной 9; 7; 2 м/с соответственно в торфах со степенью разложения менее 25, 25-45 и более 45 %.

8.1.1.6 Допустимую интенсивность намыва следует назначать исходя из состава карьерного грунта и типа природного основания (таблица 9).

Таблица 9 – Интенсивность намыва в зависимости от состава карьерного грунта и типа природного основания

Тип природного основания	Интенсивность намыва, м/сут					
	песок				супесь	суглинок, глина
	гравелистый, крупный	средний	мелкий	пылеватый		
1	2	3	4	5	6	7
I – устойчивое	1,2	1,0	0,8	0,45	0,35	0,25
II – устойчивое	0,8	0,6	0,4	0,35	0,30	0,20
III – неустойчивое	-	0,05	0,10	0,10	0,15	0,20

8.1.1.7 Технологические схемы следует назначать применительно к выбранному способу:

а) основные:

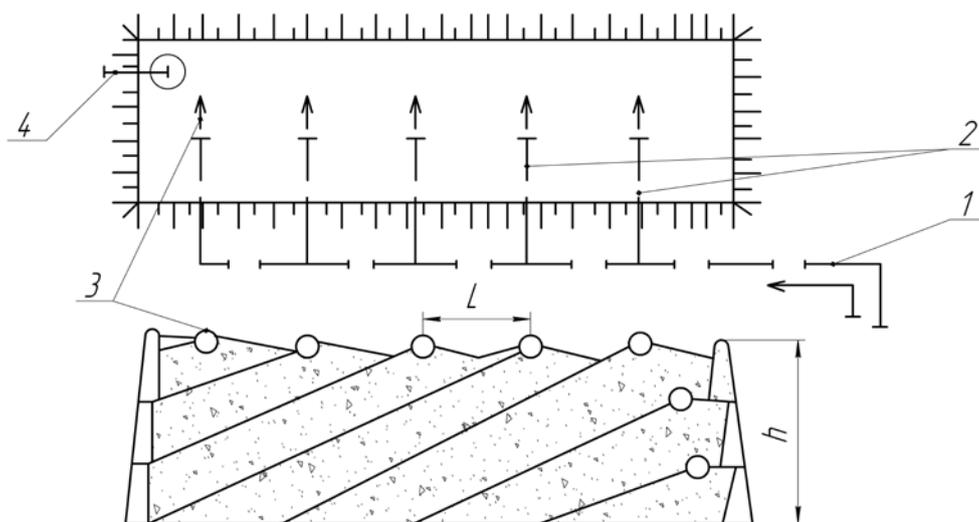
- 1) пионерно-торцевая;
- 2) однослойная (бесколодцевая);
- 3) встречно-торцевая;
- 4) односторонняя;

б) дополнительные:

- 1) зональная;
- 2) двухъярусная;
- 3) рассредоточенно-торцевая;
- 4) циклическая и дренажная.

8.1.1.8 Пионерно-торцевая схема намыва предусматривает постоянное продвижение фронта намыва при периодическом наращивании пульпопровода. При пионерно-торцевой схеме с челночным перемещением разводящего пульпопровода землесосными снарядами типа 3500 и 5000 м<sup>3</sup>/ч возможность максимального слоя намыва соответственно составляет 1,0-1,5 м при наращивании распределительного пульпопровода и 0,7-1,0 м при его укорачивании.

Дополнительно к пионерно-торцевой схеме рекомендуется однослойная схема намыва, представленная на рисунке 7.



1, 2 – пульпопроводы магистральный, распределительный; 3 – выпуск пульпы на карту; 4 – колодец с водосбросной трубой;  $L$  – расстояние между пульпопроводами (30-40 м);  $h$  – высота намыва (до 5 м)

Рисунок 7 – Однослойная схема намыва

Однослойную схему намыва слоя толщиной 4-5 м применяют при намыве карьерного песчаного грунта ( $d_{60}/d_{10}$ )<3 на устойчивое основание. Намыв производят безэстакадно-торцевым способом с устройством дамб обвалования и дренажных канав по контуру микрорайона.

При небольших площадях намыва (до 50 га) допускается производство работ без разбивки территории микрорайона на карты намыва.

Намыв осуществляют одним слоем из торцов раструбных труб, которые устанавливают на намытом откосе пляжа на 0,5-0,6 м и выше проектной отметки намыва. Расстояния между пульпопроводами принимают 20-50 м при толщине слоя соответственно 3-5 м. Обвалование в процессе намыва рекомендуется поддерживать непрерывно и восполнять из подстилающего или намытого грунта.

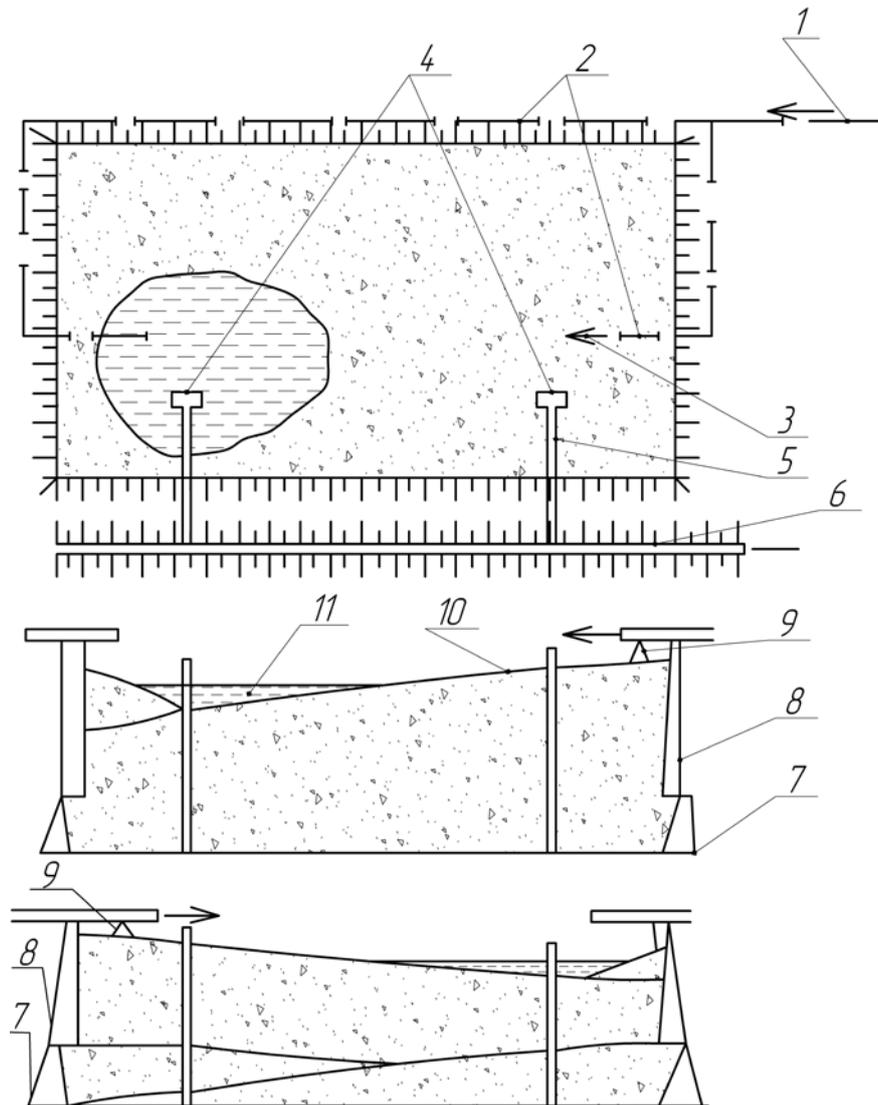
8.1.1.9 Одностороннюю схему намыва следует осуществлять рассредоточенно-торцевым выпуском пульпы со свободным откосом. Распределительный пульпопровод разделяют на две одновременно работающие нитки, которые располагают на расстоянии не более 15 м от дамбы обвалования. Расстояние между осями ниток пульпопроводов определяется размерами карты намыва в зависимости от производительности используемых земснарядов и принятой интенсивности намыва.

8.1.1.10 По встречно-торцевой схеме намыв осуществляют путем сосредоточенного выпуска пульпы, переменного-направленного с обоих концов карты к поочередно работающим водосбросным колодцам (рисунок 8).

8.1.1.11 Зональная схема намыва, при которой пылеватые и глинистые фракции отмывают в отстойные прудки, располагаемые на площадях будущих зеленых зон, а песчаные фракции укладывают на участках, планируемых под застройку, схему применяют в соответствии с рисунком 9.

Пульпопровод укладывают на земляные валы высотой до 1,5 м. Для обеспечения требуемого фракционирования на откосе намыва необходимо устройство направляющей дамбы на расстоянии 60-80 м от выпуска пульпы, обеспечивающей сток гидросмеси с повышенным содержанием пылевато-глинистых

фракций в отстойный прудок.

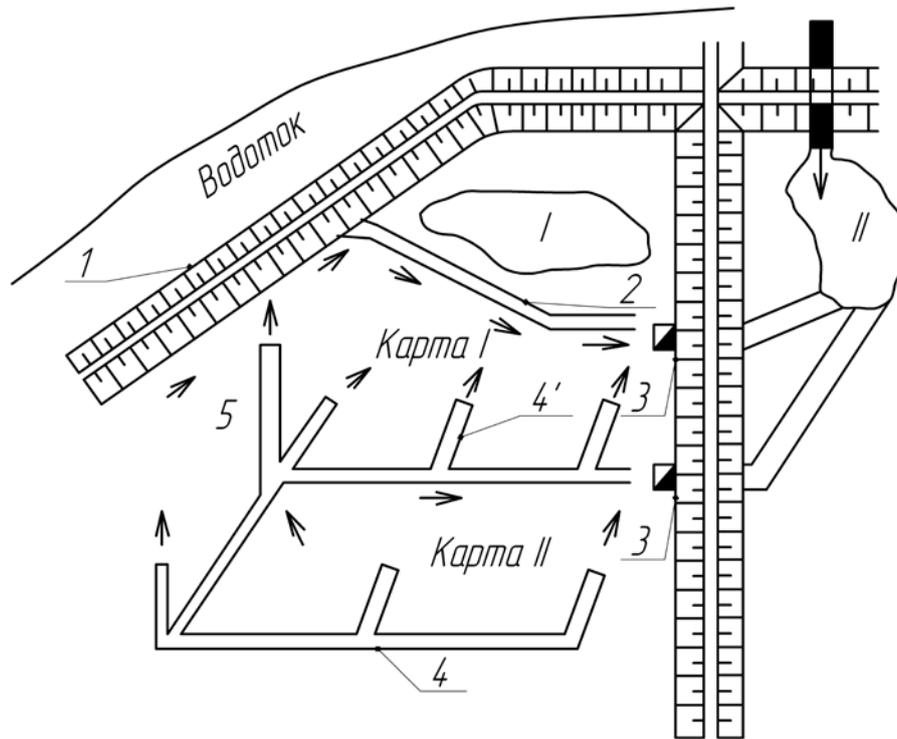


1, 2 – пульпопроводы магистральный и распределительный; 3 – выпуск пульпы на карту; 4 – водосбросные колодцы; 5 – водосбросная труба; 6 – водосбросная канава; 7, 8 – дамбы обвалования первичная и попутная; 9 – эстакады;

10 – пляж намыва; 11 – прудок-отстойник

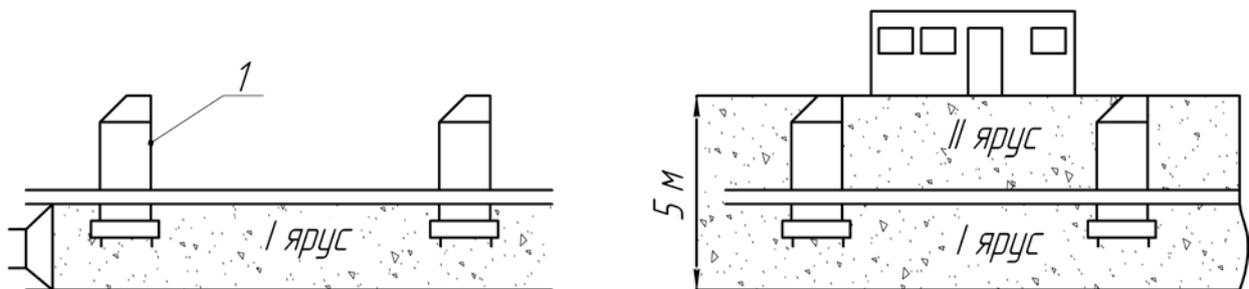
Рисунок 8 – Встречно-торцевая схема намыва

8.1.1.12 Двухъярусная схема намыва позволяет начать укладку инженерных коммуникаций до окончания намыва. Схема намыва включает в себя единый цикл подготовки основания; укладку инженерных коммуникаций в намывом слое первого яруса толщиной 2-3 м с последующим их замывом песчаным грунтом до планировочной отметки (рисунок 10).



I – озеро сохраняемое; II – пруд, замываемый под «зеленую зону»; 1 – защитная дамба; 2 – направляющая дамба высотой 1,5 м; 3 – водосбросный колодец; 4 – пульпопровод магистральный и распределительный; 5 – направление потока по откосу

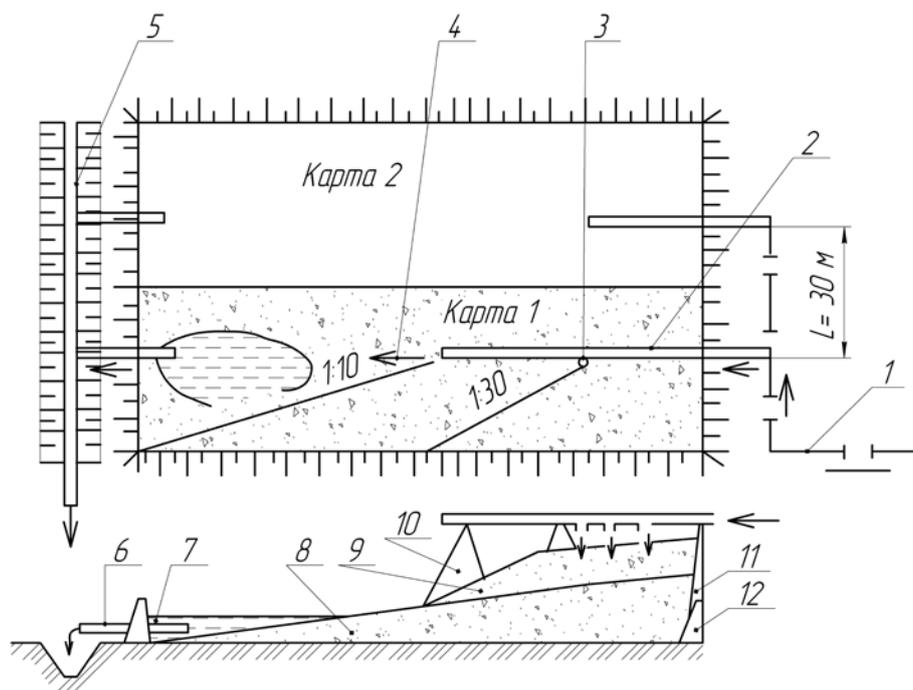
Рисунок 9 – Зональная схема намыва



а – намыв I яруса и укладка инженерных коммуникаций 1; б – намыв II яруса

Рисунок 10 – Двухъярусная схема намыва

8.1.1.13 Рассредоточенно-торцевая схема с выпуском пульпы из торца и дополнительных отверстий в нижней части пульпопровода рекомендуется для пылеватых песков и супесей. Диаметр отверстий (30-70 мм) и расстояние между ними (5-15 м) назначают в зависимости от гранулометрического состава грунта и требуемых уклонов пляжа. Эту схему применяют при эстакадном и низкоопорном способах (рисунок 11).



1, 2 – пульпопроводы магистральный и распределительный; 3, 4 – выпуски пульпы на карту дополнительный и торцевой; 5 – водосборная канава; 6 – водосбросная труба; 7 – прудок-отстойник; 8, 9 – пляж намыва из выпусков торцевого и дополнительных; 10 – эстакада; 11, 12 – дамбы обвалования попутная и первичная

Рисунок 11 – Рассредоточенно-торцевая схема намыва

8.1.1.14 Циклическая схема намыва основания путем образования тонкого покрова грунта периодическим изменением консистенции пульпы с соотношением твердого грунта к воде от 1:10 до 1:30 исключает выпоры в слабых грунтах природного основания. При достижении толщины намывного слоя 0,8-1,0 м консистенцию следует поддерживать 1:10. Рекомендуется циклическую схему применять при намыве песчаных грунтов на торфах.

8.1.1.15 В зоне 35-45 м от выпуска пульпы рекомендуется дренажная схема с использованием вертикальных дрен для разгрузки фильтрационных напоров в природном основании и обеспечения равномерного уплотнения торфа под намывной песчаной толщей.

8.1.2 При достижении проектной отметки поверхности намывного основания и требуемой плотности сложения намывного грунта производят демонтаж водосбросных колодцев и планировку поверхности намывного основания. Далее

приступают к завершающим работам: демонтаж земснарядов, перекачивающих и насосных станций, пульпопроводов, линий электропередачи и связи.

8.1.3 При намыве грунта с целью создания площадок и территории для строительства на них зданий и сооружений необходимо выполнять следующие требования [11]:

а) распределительные трубы и сбросные устройства должны быть расположены с таким расчетом, чтобы пульпа выпускалась на участках, предназначенных под основания сооружений; нельзя допускать в этих местах образования прудков-отстойников;

б) при расположении сооружения или здания в пределах двух и более карт эти карты нужно намывать одинаковыми грунтами;

в) для обеспечения однородности намываемого грунта необходимо в процессе работы перекладывать пульпопроводные трубы на карте намыва.

## **8.2 Укладка грунта намывом в земляные сооружения**

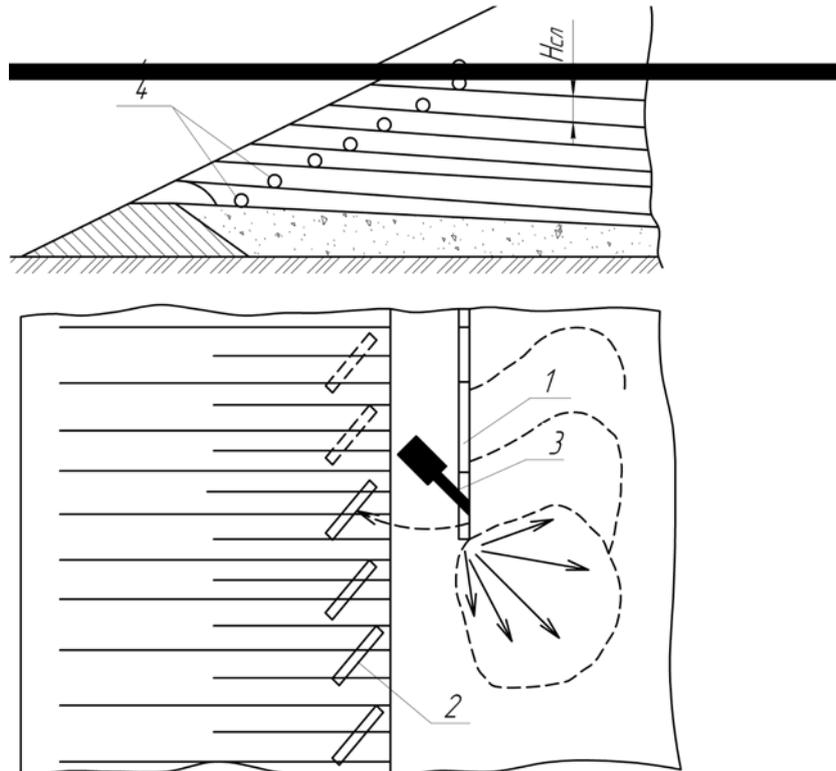
8.2.1 Земляные сооружения следует намывать в соответствии с требованиями СП 45.13330 и проектной документации.

8.2.2 Рекомендуются для намыва следующие способы возведения земляных сооружений [11-12]:

- безэстакадный;
- послойно-грунтоопорный;
- продольно-торцовый;
- эстакадный;
- встречно-торцовый;
- тонкослойный безэстакадный.

8.2.2.1 При безэстакадном способе магистральный пульпопровод укладывают вдоль основания возводимой насыпи (с одной или двух сторон в зависимости от ее размеров и местных условий рельефа), грунт намывается слоями в 1-1,5 м при выпуске пульпы из торцов специальных раструбных труб или труб

со специальными выпускными патрубками, укладываемых на поверхности карты намыва краном повышенной проходимости без прекращения процесса намыва (рисунок 12).



$H_{сл}$  – высота намываемого слоя; 1 – разборный пульпопровод; 2 – трубы;  
3 – подъемный кран; 4 – местоположение пульпопровода

Рисунок 12 – Безэстакадный способ намыва сооружений

8.2.2.2 Послойно-грунтоопорный, при котором производится сосредоточенный выпуск пульпы из торцов стандартных труб, укладываемых на земляные валы высотой до 1,5 м, заменяющие опоры.

8.2.2.3 Продольно-торцовый, при котором производится сосредоточенный выпуск пульпы из торца трубы, укладываемой непосредственно на намывтый грунт. Намыв производится слоями толщиной от 1,5 м и более, в отдельных случаях - на полную проектную высоту.

Продольно-торцовый способ применяется при намыве линейных сооружений и частично при намыве штабелей грунта.

Данный способ следует применять при намыве песчаных грунтов гидроустановками производительностью более 400 м<sup>3</sup>/ч по пульпе.

8.2.2.4 Эстакадный (рисунок 13), при котором производится рассредоточенный выпуск пульпы из отверстий в стенках труб, укладываемых на эстакадах более 2 м с подачей пульпы к основанию обвалования при помощи подвесных лотков (рисунок 14).

Регулирование фронта намыва по длине карты осуществляется при непрерывном процессе намыва с помощью специальных шиберных задвижек, устанавливаемых на трубах.

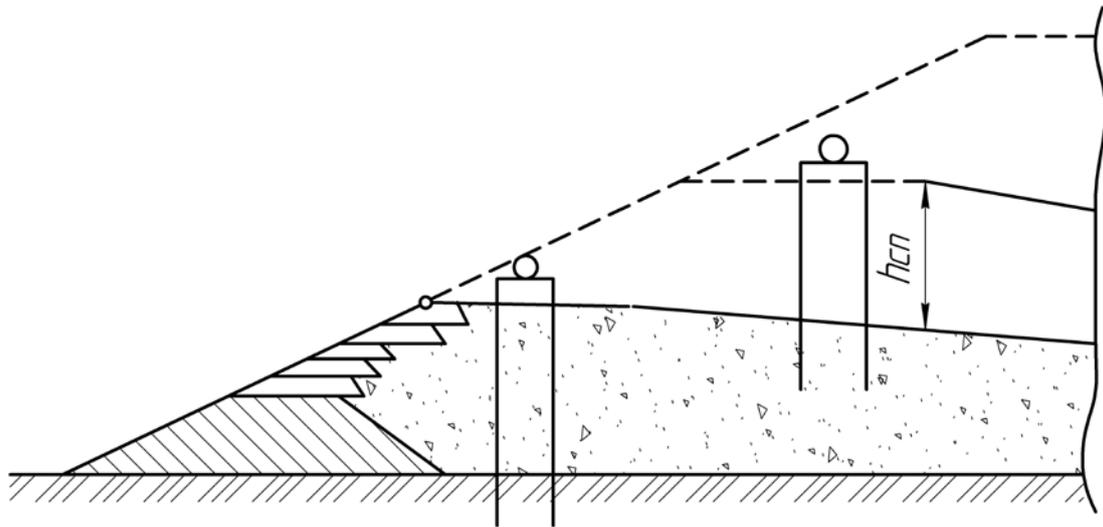


Рисунок 13 – Эстакадный способ намыва сооружений

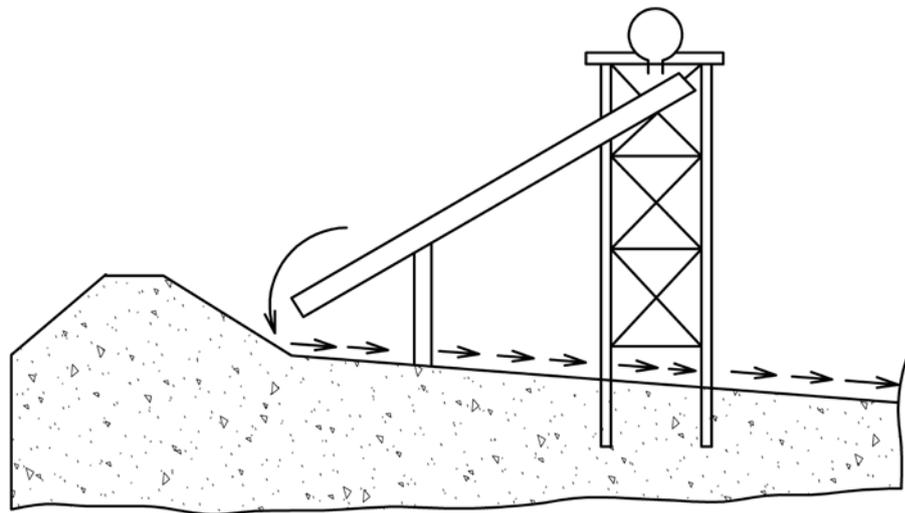


Рисунок 14 – Эстакадный способ намыва сооружений с использованием подвесных лотков.

8.2.2.5 Встречно-торцовый способ, при котором намыв каждого очередного слоя производится в противоположном направлении при работе из двух попеременно работающих водосборных колодцев. Это позволяет рассредото-

читать скопление мелких фракций грунта у колодцев как по высоте слоев, так и в плане. Этот способ может применяться при повышенных требованиях к плотности и равномерности распределения грунта по фракциям при намыве линейных сооружений и штабелей песка для всех способов намыва, кроме продольно-торцового.

8.2.2.6 При намыве напорных сооружений следует применять рассредоточенное истечение пульпы из пульпопровода, смонтированного на опорах и оборудованного выпусками, с задвижками, либо применять тонкослойный безэстакадный способ намыва.

Обвалование на откосах, подлежащих креплению, следует выносить за контур сооружения частично или полностью согласно проекту организации строительства.

8.2.3 Двустороннюю схему укладки грунта следует применять при намыве широкопрофильных сооружений.

8.2.4 Метод набивки гребня, при котором верхняя часть насыпи высотой 1-1,5 м набивается намывным грунтом при помощи бульдозера в направлении, противоположном намыву, при этом вынуженное бульдозером корыто заполняется намывом. Этот метод применяется при намыве узкопрофильных земляных сооружений.

8.2.5 Для намыва земляного полотна дамб, образования территорий под застройку промышленными и гражданскими зданиями следует применять несвязные грунты всех групп: песчаные, гравийные, галечниковые. Допускается применение супесей при обеспечении отмыва илистых и пылеватых фракций. Для намыва напорных земляных сооружений использование связных грунтов должно быть предусмотрено в проекте конструкции земляного сооружения [11].

8.2.5 Заложение откосов насыпи при одностороннем способе намыва следует устанавливать в соответствии с данными, приведенными в таблице 10 [12].

Таблица 10 – Заложение откосов в зависимости от вида грунта

Грунты	Заложение откосов, <i>m</i>	
	с обвалованием	без ограничения растекания пульпы
Гравелистый песок	4	6
Крупный песок	5	8
Средней крупности песок	8	12
Мелкий песок	10	25
Пылеватый песок	15	50

Волноустойчивое заложение пляжных откосов устанавливается по расчету и зависимости от волнового воздействия, крупности намываемого грунта и технологических параметров.

Переувлажнение грунта по высоте и ширине гребня и откосам к профилю намыва, принятому в проекте, не допускается.

8.2.7 Подводную часть насыпи следует намывать при сосредоточенном выпуске пульпы из торца пульпопровода, при этом интенсивность намыва не ограничивается.

Намыв со свободным откосом надводной части насыпи следует производить выше уровня на 1-1,5 м в месте пересечения линии свободного откоса с проектными.

8.2.8 Заложение подводных откосов следует принимать по таблице 11 в зависимости от физико-механических свойств грунтов при скорости течения воды водотока 0,2-0,5 м/с [12]. При скорости течения воды водотока более 0,5 м/с заложение откосов следует устанавливать по проектным данным.

Таблица 11 – Заложение подводного откоса от вида грунта

Вид грунта	Заложение подводного откоса, <i>m</i>
Пылеватые пески	8-10
Мелкозернистые пески	6-8
Среднезернистые пески	5
Крупнозернистые пески	4
Гравий	2-2,5

8.2.9 Рациональная интенсивность намыва надводных сооружений указана в таблице 12 [11].

Таблица 12 – Средняя интенсивность намыва надводных сооружений в зависимости от водопроницаемости основания

Грунты	Средняя интенсивность намыва м/сут на основание	
	водопроницаемое	водонепроницаемое
Тонкозернистые и мелкозернистые пески	0,40-0,60	0,20-0,40
Среднезернистые и разномзернистые пески	0,60-0,80	0,40-0,60
Крупнозернистые пески и песчано-гравийные грунты	0,80-1,50	0,60-1,00
Гравий	До 2,00	До 1,50

8.2.10 Проектный объем намываемой насыпи определяется суммированием объема, вычисленного по поперечным профилям насыпи, объема грунта на осадку основания и нормативными допусками превышения проектного объема.

Объем потерь следует исчислять в соответствии с п. 6.2.2 СП 45.13330.

8.2.11 Общие потери грунта при намыве земляных сооружений следует принимать как сумму потерь:

- а) на обогащение грунта карьера в связи со сбросом мелких частиц вместе с водой;
- б) на унос частиц грунта течением и волнением воды;
- в) на унос ветром; на потери грунта при транспортировании пульпы;
- г) на вынос грунта за пределы профильного сооружения или штабели фильтрационной водой;
- д) на перемыв, предусмотренный нормами.

8.2.12 Намыв насыпей на болотах следует производить на подготовленное основание, в зависимости от типа и глубины болота, высоты и конструкции насыпи [14].

8.2.13 Величина максимального превышения грунта над водной поверхностью при намыве на заболоченных или затопляемых территориях для обеспечения безопасного перемещения механизмов по намывтой поверхности и устройства первичного обвалования должна составлять не менее: для гравий-

ных грунтов 0,5 м, для песчано-гравийных – 0,7 м, для песчаных и мелкопесчаных – 1,0-1,3 м [11].

8.2.14 При расширении насыпи, ее примывают к существующим грунтам, имеющим коэффициент фильтрации не менее, чем коэффициент фильтрации грунта существующей насыпи.

8.2.15 Подача всей пульпы землесосными снарядами или установками должна рассчитываться в соответствии с возможностью приема ее каждой из карт намываемого сооружения, а так же полного отвода осветленной воды.

8.2.16 Укладка грунта на две и более карты применяется при намыве сооружений из мелкозернистых и пылеватых песков, а также супесей.

8.2.17 Не допускается недомыв сооружения по высоте и откосам по сравнению с проектным профилем. В случае перенамыва сооружения необходимо произвести срезку грунта в пределах установленных допусков.

8.2.18 Уклон подводного откоса следует принимать в зависимости от глубины водоема и намываемых грунтов в соответствии с разделом 5 СП 39.13330.

8.2.19 При намыве сооружений, возводимых на подводных намывных основаниях, должен учитываться запас грунта на осадку в теле сооружений, на унос волнением, ветром и прочее.

8.2.20 Осадку тела намываемого сооружения следует принимать – 0,75 % от его высоты при намыве из песчаных, песчано-гравийных грунтов и 1,5 % при намыве из супесчаных и суглинистых грунтов.

8.2.21 Перед намывом грунта после длительного перерыва, следует ликвидировать скопление застойной воды на картах.

8.2.22 После окончания возведения напорного сооружения все сбросные колодцы и трубы должны быть заполнены песком в соответствии с проектом.

### **8.3 Укладка грунта намывом в отвалы**

8.3.1 Неиспользуемый из профильных выемок грунт направляют в гидротвалы.

8.3.2 Гидроотвалы и связанные с ними мероприятия должны отвечать следующим требованиям:

- а) наиболее полное использование естественных, естественно-искусственных или искусственных емкостей для размещения грунта;
- б) минимальные объемы подготовительных работ к намыву грунта;
- в) отсутствие после намыва больших гребней на поверхности отвала;
- г) обеспечение сброса осветленной воды при намыве;
- д) наименьший объем работ по прокладке распределительных пульпопроводов.

8.3.3 Отвалы грунта из крупных (нелинейных) выемок могут быть уложены в одном месте. Под отвал необходимо пониженные места (балки, впадины, тальвеги) имеющие близкое расположение к выемке. С низовой стороны такие места обваловывают и оборудуют сбросными колодцами и трубами для отвода осветленной воды.

8.3.4 Отвалы грунта из протяженных (линейных) выемок могут быть уложены в кавальеры. Кавальеры могут быть образованы намывом при одной дамбе обвалования (рисунок 15). Для уменьшения площади кавальера намыв производится между двумя параллельными дамбами обвалования (рисунок 16).

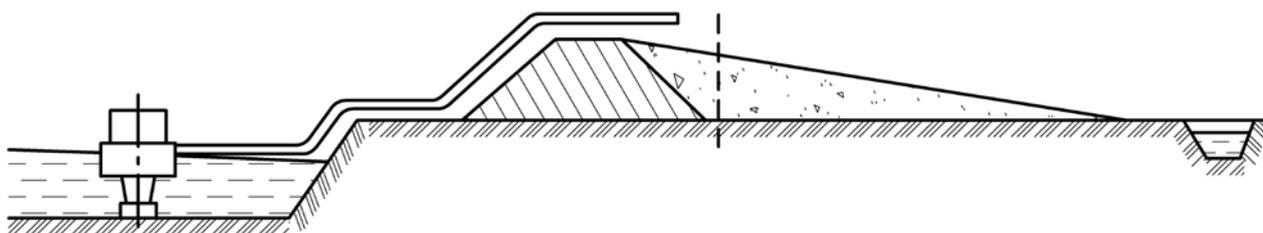


Рисунок 15 – Подача гидросмеси за дамбу обвалования

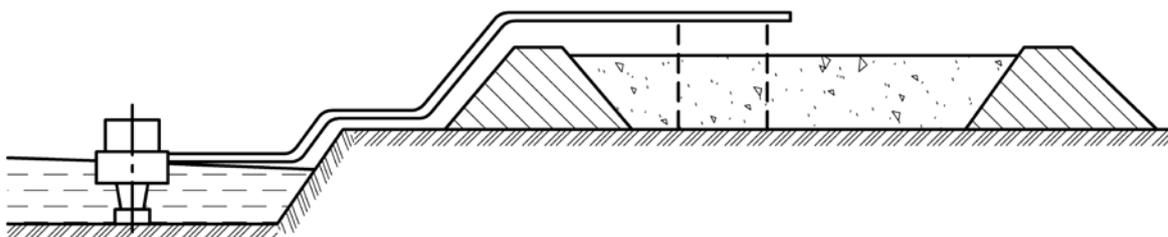


Рисунок 16 – Подача гидросмеси на площадь между дамбами обвалования

8.3.5 При намыве отвала грунта из протяженных (линейных) выемок спе-

циальных устройств для сброса осветленной воды не требуется, если нет необходимости ее повторного использования.

## 9 Контроль качества производства гидромеханизированных работ

9.1 При разработке выемок средствами гидромеханизации состав контролируемых показателей, объем и методы контроля должны соответствовать СП 45.13330 или указаниям таблицы 13.

Таблица 13 – Контроль технических требований при разработке выемок

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод и объем)
1	2	3
1 Разработка всех видов профильных выемок землесосными снарядами:	Отметки разработки и конфигурация профиля согласно принятым в ППР	Измерительный по поперечникам через 50 м на прямолинейных и через 25 м на криволинейных участках выемок (если нет других указаний в ППР). Проводится до переключения землесосного снаряда на новое ответвление магистрального пульпопровода, но не реже одного раза в месяц
а) котлованы под закладку фундаментов и другие выемки с оставлением защитного слоя	Дополнительно к указанному в 3.1: толщина защитного слоя по таблице 4, если нет других указаний в ППР	То же, один раз в 7 дней
б) судходные каналы, другие судходные сооружения и расчистки	То же, отсутствие недоборов по дну и обеспечение габаритов судового хода в соответствии с ППР	То же, по установленным контрольным поперечникам с промером глубин и составлением плана глубин с нанесением на него исполнительных отметок. При необходимости с участием заказчика следует выполнять водолазное обследование дна, траление жестким

Продолжение таблицы 13

1	2	3
		тралом, съемку рельефа дна с применением эхолота. При промерах волнение не должно превышать 2 балла, при тралении – 1 балл
2 Разработка профильных выемок гидромониторно-землесосными установками	Проектные границы и отметки дна выемки, окончательный уклон дна выемки	То же, по указаниям в ППР (при отсутствии указаний – геодезическая съемка через 25-50 м). Регистрационный с составлением исполнительной схемы, продольных и поперечных профилей выемки
	Переборы и недоборы по дну в пределах установленных в ППР отклонений	Измерительный, один раз в 15 дней
3 Разработка карьеров средствами гидромеханизации	Очередность разработки выделенных участков (блоков) в соответствии с ППР	Технический осмотр не реже одного раза в 15 дней
	Полнота выемки полезного слоя с учетом указаний в таблице 4	То же
	Недопущение разработки зон с некачественным грунтом	«»
<p>Примечание</p> <p>1 При определении объема выемки места замера на контрольных поперечниках следует принимать в характерных точках перелома профиля, в подводной части судоходных каналов – не реже чем через 10 м, для других сооружений – согласно указаниям ППР.</p> <p>2 Точность замера глубин в подводной части неукрепляемых выемок <math>\pm 10</math> см при глубине до 6 м и <math>\pm 20</math> см при большей глубине. Для подводных выемок, дно и откосы которых крепятся, точность замеров следует устанавливать в ППР и технических условиях на устройство креплений.</p> <p>3 На объектах с интенсивной заносимостью исходные отметки дна следует определять не реже чем за 10 суток до начала работ, а исполнительные – не позже чем через 10 суток после их окончания.</p>		

9.2 При производстве намывных работ состав контролируемых показателей, предельные отклонения, объем и методы контроля должны соответствовать СП 45.13330 или таблице 14.

Таблица 14 – Контроль технических требований при производстве намывных работ

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод и объем)
1	2	3
1 Подготовка основания под намыв	Должны соответствовать требованиям проекта	Технический осмотр с оценкой геотехнических характеристик грунта основания и их соответствия проекту. Необходимость приемки основания с составлением исполнительной документации и нормы отбора проб грунта в каждом отдельном случае устанавливаются проектом
2 Строительство водосбросных колодцев и трубопроводов в теле намывных сооружений и их тампонаж после завершения намыва	Должны отвечать требованиям ППР и техническим условиям на намыв сооружений	Технический осмотр с составлением исполнительной документации (план расположения водосбросных систем и продольные профили по трубопроводам с отметками колодцев и выходов труб)
3 Устройство первичного и попутного обвалования	Профиль отсыпки должен соответствовать установленному в ППР или типовых технологических картах	Технический осмотр при отсыпке каждого яруса обвалования или через 2-3 м высоты намываемой насыпи (согласно указаниям ППР). Проводится с использованием створных указателей положения внешнего откоса обвалования, выставляемых на прямых участках через 50 м и на криволинейных через 25 м

Продолжение таблицы 14

1	2	3
4 То же, из привозного грунта в пределах профиля сооружения	Геотехнические характеристики грунта должны соответствовать принятым в проекте и технических условиях	Измерительный, с отбором проб по нормам для сухих отсыпок
5 Технологические параметры намывных работ (недопущение прослоек и линз некачественных грунтов, положение отстойного прудка в установленных границах, формирование внутренних зон неоднородных плотин, величина превышения намывного грунта над водной поверхностью и др.) и состояние откосов возводимого сооружения	Должны удовлетворять указаниям технических условий и ППР	Технический осмотр всех сооружений, для которых предусмотрен контроль (ежесуточный, если нет других указаний в технических условиях или ППР)
6 Профиль намывного сооружения должен соответствовать установленному в ППР	<p>Недомыв по высоте, ширине гребня и откосам по отношению к профилю, принятому в этом проекте, не допускается.</p> <p>Технологический перемыв по нормали к откосу для принудительно профилируемых сооружений в среднем не должен превышать 0,2 м для землесосных снарядов производительностью по воде до 2500 м<sup>3</sup>/ч и 0,4 м - для землесосных снарядов большей производительности и соответственно по гребню - 0,1 и 0,2 м</p>	Технический осмотр (с использованием указателей положения внешнего откоса обвалования) не реже одного раза в 7 дней и измерительный после окончания намыва каждой карты, но не реже одного раза в месяц (по контрольным поперечникам через 50-100 м на прямолинейных и через 25-50 м на криволинейных участках насыпей, если нет других указаний в ППР). Точность замеров надводных частей и сооружений ±5 см, подводных – ±10 см

Продолжение таблицы 14

1	2	3
7 Отметки поверхности и объем укладки грунта при намыве территорий и оснований под застройку должны соответствовать указанным в ППР	Недомыв по объему грунта не допускается. Средняя высота перемыва, определенная как среднеарифметическая по всей поверхности намывной территории, не должна превышать 0,1 м. Отклонение от проектной отметки на отдельных участках допускается не более – 0,2 м и +0,3 м	Измерительный после окончания намыва участка, но не реже одного раза в месяц (проводится по сетке 25x25; 50x50 или 100x100 м согласно указаниям в ППР). Точность замеров - согласно поз.6
8 Гранулометрический состав грунта:		
а) при намыве сооружений	Кривая среднего гранулометрического состава по контролируемому поперечнику (или выделенной на поперечнике конструктивной части сооружения) должна находиться в пределах граничных кривых, установленных в проекте. Предельные отклонения фактического процентного содержания отдельных фракций грунта от принятого в проекте в каждом отдельном случае устанавливаются проектом	Измерительный по ГОСТ 12536, с отбором проб на поперечниках через 50-200 м согласно указаниям в технических условиях или ППР, но не менее двух поперечников на карте намыва. Места отбора проб на поперечнике устанавливаются в характерных точках профиля через 10-50 м общим числом не менее трех. По высоте пробы отбираются не реже чем через 1-1,5 м
б) при намыве штабелей	Кривая гранулометрического состава грунта должна находиться в пределах граничных кривых, установленных в проекте или ПОС.  Предельные отклонения фактического осредненного гранулометрического состава	Измерительный с отбором проб по сетке 50x50 м, по высоте через 1-1,5 м (если нет других указаний в ППР)

	ва от проектного устанавливаются проектом	
--	---	--

Продолжение таблицы 14

1	2	3
9 Плотность сухого грунта: при намыве сооружения	Средняя по контролируемому поперечнику (или выделенной на нем конструктивной части сооружения) и не менее чем в 50 % измерений плотности на данном поперечнике (конструктивной части) должна соответствовать (быть равна или выше) установленному в проекте контрольному значению. Предельные отклонения от указанного требования в каждом отдельном случае устанавливаются в проекте	Измерительный по ГОСТ 5180(с отбором проб по поз. 9 а)
10 Коэффициент фильтрации грунта	Среднее значение по каждому контролируемому поперечнику (или выделенной на поперечнике конструктивной части сооружения) должно быть равно или не выше установленного в проекте контрольного значения	То же, по ГОСТ 25584 с отбором проб через 3-4 м по высоте на контрольных поперечниках по поз. 9 а
11 Другие физико-механические характеристики грунта	Средние значения должны соответствовать принятым в проекте	То же, с отбором проб по указаниям в проекте и (или) технических условиях

## Примечание

1 Геотехнические характеристики намывного грунта должны определяться при возведении плотин, дамб, других напорных сооружений I, II, III классов, штабелей для отсыпок или намыва качественного грунта в сооружения. При намыве других видов насыпей, штабелей и гидроотвалов геотехнический контроль осуществляется в случаях, предусмотренных проектом.

2 При операционном контроле в процессе возведения намывных сооружений подле-

жат определению гранулометрический состав и плотность сухого грунта. Дополнительно, при соответствующем указании в проекте, определяются коэффициент фильтрации и плотность сухого грунта в максимально плотном и максимально рыхлом состояниях, а также число пластичности глинистых и пылеватых грунтов в зоне ядра неоднородных плотин.

3 При контроле одна проба на гранулометрический состав и плотность должна отбираться в среднем на 2-5 тыс. м<sup>3</sup> намывного грунта. Пробы для определения коэффициента фильтрации и числа пластичности отбираются с каждых 10-20 тыс. м<sup>3</sup> грунта. Определение других характеристик проводится из расчета одна проба на 50 тыс. м<sup>3</sup> грунта при объеме сооружений до 2 млн. м<sup>3</sup>; при большем объеме и однородных грунтах относительное число проб подлежит сокращению в 1,5-2 раза.

4 Гранулометрический состав и плотность песчано-гравийных грунтов, содержащих гравийные фракции крупнее 10 мм, и коэффициент фильтрации грунтов, содержащих фракции крупнее 5 мм, должны определяться по методике, установленной в [15].

## **10 Техника безопасности при гидромеханизированных работах**

Мероприятия по технике безопасности при производстве земляных работ методом гидромеханизации, выполняемые при строительстве дамб, плотин, котлованов, каналов, а так же производстве работ по дноуглублению и расширению русел водных объектов должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 12.3.048.

## **11 Охрана окружающей среды**

11.1 В процессе разработки дамб, плотин, котлованов, каналов, а так же производстве работ по дноуглублению и расширению русел водных объектов должны быть предусмотрены следующие меры, исключающие загрязнение мест производства работ:

а) оборудованы площадки для отстоя строительных машин, механизмов и транспортных средств;

б) производство технического ухода за машинами, механизмами и транспортными средствами только на специальных площадках;

в) оборудованы строительных площадок местами сбора технических и бытовых отходов, подсланевых вод и отработанных масел;

г) обеспечена надежная герметизация стыков и шарнирных соединений пульпопроводов.

11.2 Категорически запрещается слив отработанных масел в водные объекты или бытовую и ливневую канализацию.

11.3 Запрещается применять на земснарядах и вспомогательных плавсредствах открытые устройства для приемки топлива.

11.4 При гидромеханизации земляных работ для намыва сооружений рекомендуется применять обратную схему водоснабжения с подпиткой из поверхностных и подземных источников. В случае невозможности применения обратной схемы, необходимо разрабатывать мероприятия по дополнительному осветлению сбросных вод гидромеханизации.

11.5 Для водоснабжения средств гидромеханизации могут использоваться подземные воды, не отнесенные к питьевым и минеральным.

11.6 Расчет водозаборного сооружения для рек равнинного типа необходимо выполнять с обеспечением их минимально допустимого расхода (МДР). Для малых рек с расходом до  $1 \text{ м}^3/\text{с}$  МДР принимается в размере минимального месячного расхода года 95 % обеспеченности. В бассейне этих рек забор воды допускается только за счет использования зарегулированного весеннего стока. Для рек со среднегодовым расходом более  $1 \text{ м}^3/\text{с}$  и с незарегулированным речным стоком МДР принимается в размере минимального суточного расхода года 95 % обеспеченности, но не менее минимального наблюдаемого. Минимально допустимый расход, оставляемый в реке для охраны природы, должен согласовываться с органами рыбоохраны [9].

11.7 Забор воды водозаборными сооружениями из рыбохозяйственных водоемов осуществляется только при условии установки рыбозащитных устройств. Место размещения водозаборных сооружений, тип рыбозащитных

устройств на водозаборе согласовываются с органами рыбоохраны.

11.8 Выпуск сбросных вод гидромеханизации осуществляется при условии их полной безвредности и безопасности для водного объекта с учетом величины предельно-допустимого сброса (ПДС), устанавливаемой по ПДК веществ в местах водопользования.

11.9 Условия выпуска сбросных вод [9] определяются с учетом требований охраны объектов водопользования, прилегающих к району производства гидромеханизированных работ. Выпуск сбросных вод гидромеханизации должен быть расположен за пределами районов и зон санитарной охраны источников водопользования хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения, мест массовых скоплений рыб – нерестилищ, зимовальных ям, рыбопромысловых и нагульных участков, путей миграции рыб и ската молоди, районов массовых концентраций нерыбных объектов промысла, водоохраных зон предприятий искусственного разведения рыб и нерыбных объектов, особо охраняемых участков – рыбохозяйственных заповедных зон, заказников и прилегающих к ним территорий.

Требования рыбохозяйственного водопользования должны обеспечиваться с учетом рыбохозяйственной ценности участка водного объекта в каждом конкретном случае в створе не далее 500 м от места производства гидромеханизированных работ.

Проведение гидромеханизированных работ в период массового нереста, а также в местах зимовки, миграции рыб, воспроизводства нерыбных объектов промысла запрещается.

**Приложение А**  
**(рекомендуемое)**

**Мероприятия, предусматриваемые в проекте производства работ по ликвидации аварийных ситуаций в зимний период**

Возможные аварийные ситуации	Необходимые мероприятия в условиях аварийной ситуации	
	Мероприятия по устранению аварийной ситуации	Действия по поддержанию земснаряда в рабочем состоянии
1	2	3
1 Замерзание рабочей акватории при непредвиденном ухудшении метеорологических условий	Вскрывают ледяной покров. Льдины или дробленый лед удаляют за пределы майны	1. Периодически прокачивают воду через трубопровод (с отводом ее в сторону от карты намыва при надводном намыве ответственных сооружений) 2. Рыхлят образовавшуюся на карте намыва мерзлоту перед возобновлением работ и очищают от льда водосбросные сооружения
2 Аварии на земснаряде, при которых запуск землесоса невозможен	Устраняют в соответствии с инструкцией завода-изготовителя	1. Следят за состоянием майны, не допуская образования в ней сплошного ледяного покрова. Земснаряд периодически перемещают в забое при помощи папильонажных лебедок. Средства поддержания майны работают на полную мощность 2. Сразу же после возникновения аварии определяют время остановки трубопровода. Если аварию можно устранить менее чем за 1 ч, трубопровод оставляют наполненным. В противном случае трубопровод опорожняют

## Продолжение приложения А

1	2	3
		3. Рыхлят образовавшуюся на карте намыва мерзлоту перед возобновлением намывных работ и очищают от льда водосбросные сооружения
3 Местное замерзание трубопровода или замерзание воды в трубной арматуре	Находят место замерзания и отогревают его одним из следующих способов: - горячей водой от электробойлера; - делают в трубопроводе отверстие около места замерзания, запускают землесос и отогревают замерзшее место циркулирующей водой; - отогревают теплоактивной смесью, которая засыпается в деревянный короб, ограждающий место замерзания. Рекомендуемые смеси: опилки увлажняют водой, тщательно перемешивают и смешивают с известью. Теплоактивная смесь развивает через 1 ч после приготовления температуру до +50 °С	1. Опорожняют незамерзшую часть трубопровода. 2. Проводят работы по 1 и 3 аварии № 2
4 Замерзание участков трубопровода большой протяженности	Определяют границы замерзания и в случае невозможности очистки труб от льда их заменяют запасными звеньями трубопровода	Проводят работы по 1 и 2 аварии № 3
5 Обрушение эстакады под магистральным трубопроводом	Разбирают трубопровод в месте обрушения и ремонтируют или заменяют эстакаду. После этого трубопровод собирают вновь	Проводят работы по 1 и 2 аварии № 2
6 Забивка водосбросной системы льдом или грунтом	Прекращают намыв и проводят работы по ликвидации аварии	Проводят работы по 1 и 2 аварии № 1 и пп.1 аварии № 2

## Продолжение приложения А

1	2	3
7 Прорыв обвалования на карте намыва	Проводят намыв и сбрасывают в воду из прудка-отстойника. Рыхлят и удаляют грунт в месте прорыва. Возводят прорванный участок обвалования из талого грунта	Проводят работы, указанные в аварии № 6

## Приложение Б

### Методика расчета характеристик гидротранспорта

По рабочей характеристике землесоса определяют расход  $Q_0$ , напор  $H_0$  и мощность  $N_0$  при его работе на воде для данной характеристики трубопровода:

- длину пульпопровода при транспортировании воды и гидросмеси из выражений

$$L_0 = \frac{H_0}{J_0} \quad (\text{Б.1})$$

$$L_{см} = \frac{H_{см}}{J_{см}} \quad (\text{Б.2})$$

- потери напора при транспортировании воды и гидросмеси по формуле Дарси-Вейсбаха

$$J_0 = \frac{\lambda \cdot V_0^2}{2 \cdot gD} \cdot l_0 \quad (\text{Б.3})$$

$$J_{см} = \frac{J_0 \cdot \rho_{см}}{\rho_0} \cdot l_{см}$$

- длину пульпопровода при подъеме воды и гидросмеси на 1 м высоты, приведенную к горизонтальному расстоянию, определяют из выражений

$$l_0 = \frac{1 \cdot \rho_0}{J \cdot \rho_0} \quad (\text{Б.4})$$

$$l_{см} = \frac{1 \cdot \rho_0}{J \cdot \rho_{см}} \quad (\text{Б.5})$$

приведенную длину пульпопровода при работе на гидросмеси определяют из выражения

$$L_{см.пр} = L_{см} \pm l_{см} \cdot h \quad (\text{Б.6})$$

где  $h_0$  и  $h_{см}$  – длина пульпопровода при транспортировании воды и гидросмеси, м;

$H_0$  и  $H_{см}$  – действительный напор, развиваемый на воде и гидросмеси, м;

$J_0$  и  $J_{см}$  – потери напора на воде и гидросмеси, м;

$\rho_0$  и  $\rho_{см}$  – плотность воды и гидросмеси ( $\text{кг/см}^3$ ), МПа;

$l_0$  и  $l_{см}$  – длина пульпопровода при подъеме воды и гидросмеси на 1 м высоты, приведенная к горизонтальному расстоянию;

$D$  – диаметр пульпопровода, мм;

$\lambda$  – коэффициент сопротивления.

Коэффициент сопротивления ( $\lambda \times 100$ ) находится по таблице Б.1 для транспортирования воды по трубопроводам.

Таблица Б.1 – Расчетное значение коэффициента сопротивления

$V_0$ , м/с	Расчетное значение 100 лямбда для трубопроводов диаметром, мм					
	400	500	600	700	800	900
1,5	1,35	1,30	1,29	1,23	1,20	1,17
2,0	1,29	1,24	1,19	1,16	1,14	1,12
2,5	1,23	1,19	1,15	1,12	1,10	1,08
3,0	1,19	1,15	1,12	1,09	1,07	1,05
3,5	1,16	1,12	1,09	1,06	1,02	1,02
4,0	1,14	1,10	1,07	1,04	1,02	1,00
4,5	1,11	1,08	1,04	1,02	1,00	0,98
5,0	1,10	1,06	1,03	1,00	0,98	0,97
5,5	1,08	1,04	1,02	0,99	0,97	0,95
6,0	1,07	1,03	1,00	0,98	0,96	0,94

## Приложение В

(справочное)

### Подбор диаметров трубопроводов для гидравлического транспортирования грунта [11]

Потери напора в пульпопроводах следует учитывать при выборе трасс и оборудования на земснарядах и станциях перекачки пульпы. В таблице В.1 приведены значения потерь напора.

Места расположения перекачивающих станций (перекачек) устанавливаются в проекте организации строительства. При изменении условий гидро-транспорта в ходе производства работ следует иметь в виду, что в случае уменьшения потерь напора в пульпопроводе за перекачкой не должно нарушаться условие  $\Sigma h_1 \leq \Sigma h_2$ , где  $\Sigma h_1$  и  $\Sigma h_2$  – общие потери напора в пульпопроводах соответственно от земснаряда до перекачки и от перекачки до карты намыва.

Таблица В.1 – Потери напора (м) в трубопроводе при различных скоростях, диаметрах и удельном весе гидросмеси

Скорость воды и гидро- смеси в трубо- проводе $v$ , м/с	Потери напора на 100 м ( $L_{см}$ ) длины трубопровода при различном удельном весе воды и гидросмеси, $\gamma_0$ , $\gamma_{см}$															
	$\gamma_0=1,0$	$\gamma_{см}=1,1$	$\gamma_{см}=1,2$	$\gamma_{см}=1,3$	$\gamma_0=1,0$	$\gamma_{см}=1,1$	$\gamma_{см}=1,2$	$\gamma_{см}=1,3$	$\gamma_0=1,0$	$\gamma_{см}=1,1$	$\gamma_{см}=1,2$	$\gamma_{см}=1,3$	$\gamma_0=1,0$	$\gamma_{см}=1,1$	$\gamma_{см}=1,2$	$\gamma_{см}=1,3$
	Д=200 мм				Д=300 мм				Д=400 мм				Д=500 мм			
2,5	2,23	3,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	3,10	3,92	4,69	5,60	1,93	2,88	3,82	4,77	1,37	1,65	-	-	-	-	-	-
3,5	4,13	4,78	5,43	6,09	2,56	3,34	4,13	4,92	1,82	2,08	2,34	2,59	1,41	1,67	-	-
4,0	5,25	5,85	6,43	7,01	3,25	3,92	4,19	5,25	2,32	2,66	2,81	3,05	1,79	2,05	2,27	2,52
4,5	6,50	6,69	7,52	8,03	4,03	4,62	5,20	5,78	2,88	3,12	3,36	3,59	2,22	2,45	2,68	2,91
5,0	7,88	8,34	8,78	9,25	4,90	5,53	6,05	6,58	3,52	3,77	3,98	4,23	2,70	2,93	3,15	3,37
5,5	9,33	9,73	10,15	10,54	5,85	6,30	6,77	7,24	4,17	4,41	4,66	4,92	3,20	3,43	3,55	3,87
6,0	11,00	11,40	11,79	12,10	6,85	7,28	7,70	7,13	4,91	5,16	5,42	5,67	3,78	4,01	4,23	4,47
6,5	12,28	12,60	12,90	13,23	7,91	8,30	8,67	9,06	5,72	6,00	6,26	6,53	4,40	4,61	4,86	5,11
7,0	14,56	14,88	15,20	15,50	9,09	9,45	9,78	10,13	6,51	6,80	7,07	7,36	5,03	5,27	5,53	5,77
7,5	16,57	16,85	17,10	17,40	10,29	10,60	10,92	11,25	7,40	7,68	8,00	8,31	5,68	5,95	6,21	6,47
8,0	18,61	18,90	19,20	19,45	11,65	11,96	12,25	12,55	8,33	8,66	9,00	9,32	6,51	6,78	7,07	7,35

Продолжение таблицы В.1

Скорость воды и гидро- смеси в трубо- проводе $v$ , м/с	Потери напора на 100 м ( $L_{см}$ ) длины трубопровода при различном удельном весе воды и гидросмеси, $\gamma_0$ , $\gamma_{см}$															
	$\gamma_0=1,0$	$\gamma_{см}=1,1$	$\gamma_{см}=1,2$	$\gamma_{см}=1,3$	$\gamma_0=1,0$	$\gamma_{см}=1,1$	$\gamma_{см}=1,2$	$\gamma_{см}=1,3$	$\gamma_0=1,0$	$\gamma_{см}=1,1$	$\gamma_{см}=1,2$	$\gamma_{см}=1,3$	$\gamma_0=1,0$	$\gamma_{см}=1,1$	$\gamma_{см}=1,2$	$\gamma_{см}=1,3$
	Д=600 мм				Д=700 мм				Д=800 мм				Д=900 мм			
3,5	1,13	1,41	1,68	1,96	0,95	1,22	1,49	1,75	0,81	1,08	1,35	1,62	-	-	-	-
4,0	1,45	1,70	1,95	2,20	1,21	1,45	1,70	1,94	1,04	1,29	1,53	1,78	-	-	-	-
4,5	1,80	2,03	2,65	2,50	1,49	1,71	1,94	2,16	1,29	1,52	1,74	1,99	1,12	1,35	1,58	1,81
5,0	2,18	2,40	2,62	2,85	1,82	2,03	2,25	2,46	1,56	1,77	1,99	2,21	1,37	1,58	1,80	2,31
5,5	2,63	2,85	3,07	3,30	2,18	2,39	2,60	3,51	1,87	2,08	2,28	2,49	1,64	1,85	2,31	2,26
6,0	3,06	3,28	3,50	3,72	2,57	2,78	2,98	3,19	2,20	2,40	2,60	2,85	1,91	2,11	2,30	2,50
6,5	3,59	3,82	4,04	4,27	2,97	3,18	3,38	3,59	2,56	2,76	2,96	3,15	2,23	2,43	2,62	2,82
7,0	4,12	4,35	4,58	4,81	3,41	3,62	3,83	4,05	2,92	3,12	3,32	3,52	2,55	2,75	2,94	3,13
7,5	4,61	4,85	5,08	5,32	3,88	4,10	4,31	4,53	3,32	3,52	3,72	3,83	2,91	3,11	3,36	3,50
8,0	5,18	5,43	5,68	5,92	4,37	4,59	4,82	5,04	3,73	3,94	4,15	4,36	3,27	3,47	3,07	3,87





УДК 626.82:624.132

ОКС 93.020

Ключевые слова: гидромеханизация, пульпопровод, намыв, пульпа, гидро-транспорт, гидромонитор, землесосный снаряд, магистральные трубопроводы, сбросные колодцы, контроль.

---