



РОСМОРРЕЧФЛОТ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ «РОСМОРПОРТ»**

ПРИКАЗ

16 апреля 2019 г.

Москва

№ 144

**Об утверждении и введении в действие стандарта организации
«Выполнение дноуглубительных работ в морских портах и на подходах к ним»
СтО 14649425-0005-2019**

В целях установления единых требований к подготовке, выполнению и приемке дноуглубительных работ при создании, реконструкции и выполнении ремонтных дноуглубительных работ на объектах, находящихся в хозяйственном ведении ФГУП «Росморпорт», а также дноуглубительных работ в акваториях морских портов и на подходах к ним, необходимых для обеспечения безопасности мореплавания, приказываю:

1. Утвердить и ввести в действие с 15 апреля 2019 года прилагаемый стандарт организации «Выполнение дноуглубительных работ в морских портах и на подходах к ним» СтО 14649425-0005-2019 (далее – Стандарт).
2. Директорам филиалов ФГУП «Росморпорт» при организации и приемке дноуглубительных работ обеспечить соблюдение положений Стандарта.
3. Главному редактору Редакции интернет-сайта А.А. Арефьеву разместить на сайте ФГУП «Росморпорт» текст Стандарта в порядке, установленном локальными нормативными актами ФГУП «Росморпорт».
4. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на заместителя Генерального директора по капитальному строительству В.Ю. Рассыхина.

Генеральный директор

А.В. Лаврищев



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ «РОСМОРПОРТ»**

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

**ВЫПОЛНЕНИЕ ДНОУГЛУБИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В МОРСКИХ
ПОРТАХ И НА ПОДХОДАХ К НИМ**

СтО 14649425-0005-2019

**Москва
2019**

Сведения о Стандарте

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова» (ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова») совместно с ФГУП «Росморпорт»

2 ВНЕСЕН Научно-технической группой ФГУП «Росморпорт»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом ФГУП «Росморпорт» от 16.04.2019 № 144

4 ВВОДИТСЯ ВПЕРВЫЕ

© ФГУП «Росморпорт», 2019

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ФГУП «Росморпорт»

Оглавление

Введение.....	4
1 Область применения	6
2 Нормативные ссылки	7
3 Термины и определения	9
4 Общие положения	16
5 Организация дноуглубительных работ.....	19
6 Подготовка к выполнению дноуглубительных работ	21
7 Разработка проекта производства работ	27
8 Подготовка участка работ	30
9 Составление технического задания капитану –багермейстеру, подготовка земкаравана	33
10 Производство дноуглубительных работ	36
11 Контроль качества проведения работ	38
12 Приёмка выполненных работ.....	40
13 Метод вычисления объёмов выполненных работ.....	42
Приложение 1 Примерное содержание технического задания на дноуглубительные работы.....	45
Приложение 2 Классификация грунтов	47
Приложение 3 Допустимые переборы по глубине и ширине.....	50
Приложение 4 Справочное пособие. Технологические схемы производства дноуглубительных работ, технология работы и производственные показатели различных типов земснарядов	51
Библиография	213

Введение

Стандарт организации «Выполнение дноуглубительных работ в морских портах и на подходах к ним» (далее – Стандарт) разработан в соответствии с требованиями Федерального закона от 29.06.2015 № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации».

Настоящий Стандарт устанавливает основные требования к подготовке, выполнению и приёмке результатов дноуглубительных работ при создании и реконструкции объектов капитального строительства, выполнении ремонтных дноуглубительных работ на подходных каналах и акваториях, находящихся в хозяйственном ведении ФГУП «Росморпорт», а также дноуглубительных работ в акваториях морских портов, необходимых для обеспечения безопасности мореплавания.

Стандарт направлен на повышение эффективности и качества дноуглубительных работ в морских портах и на подходах к ним, которые должны в полной мере отвечать требованиям безопасности судоходства.

При разработке Стандарта использовался современный отечественный и зарубежный опыт, в том числе опыт ФГУП «Росморпорт» по планированию, организации, выполнению и приемки дноуглубительных работ, существующие международные стандарты и инновационные технологии, применяемые при выполнении дноуглубительных работ, результаты научных исследований и опыт разработки нормативной документации, а также учтены требования существующих нормативных документов по дноуглубительным работам:

- РД 31.74.07-95 «Наставление по навигационной безопасности работы дноуглубительного флота»;
- РД 31.74.08-94 «Техническая инструкция по производству морских дноуглубительных работ»;

- ГЭСН-2017 сборник 44, ГЭСН 81-02-44-2017 «Подводно-строительные (водолазные) работы. Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы»;
- ВСН 34-91 «Правила производства и приёмки работ на строительстве новых, реконструкции и расширении действующих гидротехнических, морских и речных транспортных сооружений. Часть I»;
- РД 31.74.04-2002 «Технология промерных работ при производстве ремонтных дноуглубительных работ и при контроле глубин для безопасности мореплавания судов в морских портах и на подходах к ним»;
- «Положение о порядке выполнения гидрографических работ, проводимых ФГУП «Росморпорт» в морских портах и на подходах к ним», утвержденное приказом ФГУП «Росморпорт» № 224 от 03.06.2014.

В подготовке Стандарта принимали участие сотрудники центрального аппарата ФГУП «Росморпорт»: заместитель генерального директора по капитальному строительству Рассыхин В.Ю., Научно-техническая группа: Сazonов В.В., Ильченко А.Н., Николаев Л.А.; Управление капитального строительства и ремонта: Вицнаровский Д.В., Кабацкий А.В., Ким Н.Г.; Гудков Д.В.; Управление обеспечения мореплавания: Ильяшенко С.Г., Долинин И.Е., Макаров В.А., Лаврухин А.Г., представители дноуглубительных подразделений филиалов ФГУП «Росморпорт»: Азовский бассейновый филиал: Зозуля Р.Ю.; Астраханский филиал: Арчаков И.А., Гусев Д.Е.; Архангельский филиал: Кистанов А.С.; Азово-Черноморский бассейновый филиал: Недосекин А.П.; Северо-Западный бассейновый филиал: Торн А.С., Туркин К.В., Андриянов Д.А.

1 Область применения

1.1 Стандарт устанавливает требования к подготовке, выполнению и приёмке результатов дноуглубительных работ при создании и реконструкции объектов капитального строительства, ремонтных дноуглубительных работ на подходных каналах и акваториях, находящихся в хозяйственном ведении ФГУП «Росморпорт», а также дноуглубительных работ в акваториях морских портов, необходимых для обеспечения безопасности мореплавания.

1.2 Стандарт предназначен для применения подразделениями ФГУП «Росморпорт», проектными и подрядными организациями, осуществляющими проектирование и производство дноуглубительных работ на объектах ФГУП «Росморпорт» в акватории морских портов и на подходах к ним.

1.3 Стандарт не распространяется на объекты на внутренних водных путях, водохозяйственные и мелиоративные сооружения.

1.4 Стандарт не применяется при строительстве карьеров, дамб, плотин, котлованов.

1.5 Стандарт может быть использован при возобновлении строительства объектов морского транспорта после консервации.

2 Нормативные ссылки

В настоящем Стандарте использованы ссылки на следующие национальные стандарты и своды правил:

ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация

ГОСТ Р 8.563–2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений

ГОСТ Р 55024-2012 Сети геодезические. Классификация. Общие технические требования

СП 11-102-97 Инженерно-экологические изыскания для строительства

СП 11-103-97 Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства

СП 11-104-97 Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Часть III. Инженерно-гидрографические работы при инженерных изысканиях для строительства

СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства

СП 12-136-2002 Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ

СП 14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах. СНиП II-7-81*

СП 21.13330.2012 Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.01.09-91

СП 25.13330.2012 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88

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

СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения

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

СП 104-34-96 Производство земляных работ

СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*

СП 287.1325800.2016 Сооружения морские причальные. Правила проектирования и строительства

СП 317.1325800.2017 Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ

СП 389.1326000.2018 Техническая эксплуатация объектов инфраструктуры морского порта

Примечание: при пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и сводов правил в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (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 использованы следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 авантовый якорь (трос): Якорь (трос), завозимый вперёд по направлению движения земснаряда и используемый для удержания и перемещения земснаряда по прорези.

3.2 бровка канала верхняя: Граница перехода от естественного дна водоема или территории к искусственной выемке.

3.3 бровка канала нижняя: Граница перехода от дна канала к откосу.

3.4 бровка прорези канала: Граница перехода от естественного дна водоема с забровочной глубиной к поверхности откоса дноуглубительной выемки или поверхности откоса к дну канала. Различают верхнюю и нижнюю бровки прорези канала.

3.5 бустерная станция: Дополнительный грунтовый насос, устанавливаемый в линии напорного грунтопровода.

3.6 водолазное обследование: Работы по обследованию дна и подводных предметов, сооружений с использованием водолазов.

3.7 габариты объекта работ: Параметры сооружения, которые могут включать в себя длину, глубину, ширину, величину заложения откосов и радиус закругления объекта.

3.8 гидроперегружатель: Техническое средство, предназначенное для перегрузки грунта, насыщенного водой.

3.9 государственный портовый контроль, надзор (ГПК): Осуществление процедур и полномочий в целях обеспечения соблюдения в морском порту требований, установленных в соответствии с международными договорами Российской Федерации, федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации в области торгового мореплавания, транспортной

безопасности, охраны окружающей среды, санитарно-эпидемиологического благополучия населения, ветеринарии, карантина растений, охраны труда и безопасности гидротехнических сооружений морских портов, уполномоченными федеральными органами исполнительной власти и капитанами морских портов согласно их компетенции в соответствии с законодательством Российской Федерации.

3.10 границы рабочей прорези по ширине и её окончанию:

Границы, расположенные с отступлением во внешнюю сторону от нижних проектных бровок на расстояние, равное половине величины естественного заложения подводного откоса грунта, подлежащего разработке.

3.11 грейфер: Грузозахватное приспособление, состоящее из двух или нескольких створок.

3.12 грейферный земснаряд: Одночерпаковый земснаряд, который производит грунтозабор и осуществляет удаление посторонних предметов со дна с помощью грейферного крана.

3.13 грунтоотвозная шаланда: Самоходное или несамоходное плавсредство, предназначенное для перевозки грунта в грузовом трюме.

3.14 грунтозабор: Отделение грунта от дна и подъём его выше уровня поверхности воды

3.15 дноуглубительные работы, дноуглубление: Работы, выполняемые для строительства, реконструкции или ремонта гидротехнических сооружений в целях обеспечения паспортных габаритов сооружений и/или улучшения судоходных условий в границах морских портов, сопровождающиеся извлечением, перемещением и укладкой грунта в подводные или береговые отвалы.

3.16 заложение откоса, коэффициент заложения откоса:
Величина, обратная крутизне откоса, m .

3.17 запас на заносимость по глубине: Проектная величина, учитывающая уменьшение глубины проектного профиля вследствие отложения слоя наносов за расчетный период.

3.18 запас на заносимость по ширине: Проектная величина, учитывающая уменьшение навигационной ширины профиля вследствие отложения слоя наносов за расчетный период.

3.19 земкараван: Группа судов, предназначенных для обеспечения производства дноуглубительных работ.

3.20 землечерпательный снаряд: Судно, оснащённое специализированным оборудованием для извлечения и перемещения грунта со дна водоема с использованием ковшей или черпаков для производства дноуглубительных работ.

3.21 землесосный снаряд: Судно, оснащённое специализированным оборудованием, которое отделяет грунт от дна и осуществляет его подъём путём всасывания грунта вместе с водой.

3.22 капитан морского порта: Должностное лицо, выполняющее функции по обеспечению безопасности мореплавания и порядка в морском порту, предусмотренные Кодексом торгового мореплавания Российской Федерации, Федеральным законом от 8.11.2007 № 261-ФЗ «О морских портах в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», Положением о капитане морского порта (утвержденным Приказ Минтранса России от 17.02.2014 № 39).

3.23 классификация грунта по трудности разработки, выгрузки:
Характеристика грунта, приведённая в «ГЭСН-2017. ГЭСН 81-02-44-2017. Сборник 44. Подводно-строительные (водолазные) работы».

3.24 крутизна откоса: Отношение высоты откоса к его заложению (проекции длины откоса на горизонтальную плоскость), зависит от глубины прорези и вида грунта, и обозначается числовым выражением $I:m$.

3.25 **МППСС–72:** Международные правила предупреждения столкновения судов 1972 года.

3.26 **многочерпаковый земснаряд:** Земснаряд, который отделяет грунт от дна и осуществляет его подъём с использованием замкнутой (бесконечной) черпаковой цепи.

3.27 **морской завозной кран (мотозавозня):** Самоходное судно, предназначенное для завозки, перекладки и подъёма якорей и перемещения тросов.

3.28 **морской канал:** Углубляемый фарватер.

3.29 **навигационная глубина:** Гарантированная глубина, обеспечивающая проход по каналу расчетного судна при самых неблагоприятных расчетных условиях.

3.30 **навигационное ограждение акватории:** Оснащение акватории средствами навигационного оборудования.

3.31 **навигационная ширина:** Гарантированная ширина канала на отметке навигационной глубины, устанавливается проектом с учетом безопасного прохода расчетного судна.

3.32 **одночерпаковый земснаряд:** Земснаряд, который отделяет грунт от дна и осуществляет его подъём с использованием ковша на штанге или грейфера.

3.33 **операционная акватория:** Часть акватории порта, непосредственно примыкающая к причальному гидротехническому сооружению и предназначенная для постановки судов к причалам и выполнения маневров, связанных со швартовкой и перестановкой судов.

3.34 **отвал:** Разрешенное место для размещения массива грунта, изъятого в ходе дноуглубительных работ.

Примечание. Отвалы грунта подразделяются на глубоководные, мелководные и береговые. К глубоководным отвалам относятся отвалы грунта, с глубинами, превышающими осадку судна в полтора раза. К мелководным – отвалы с глубинами, превышающими осадку судна менее, чем в полтора раза. К береговым – отвалы на

берегу.

3.35 откос канала: Боковая поверхность между верхней и нижней бровками канала.

3.36 отсчетный уровень: Условная отметка поверхности воды в районе порта с заданной обеспеченностью.

3.37 папильонажный способ разработки прорези: Работа дноуглубительного снаряда, при которой земснаряд перемещается поперёк прорези.

3.38 площадная съёмка: Способ съёмки рельефа дна с использованием многолучевого эхолота, заключающийся в проложении взаимно перекрывающихся полос съемки, обеспечивающих получение глубин в любой точке обследуемой акватории.

3.39 портовые гидротехнические сооружения: Инженерно-технические сооружения (берегозащитные сооружения, волноломы, дамбы, молы, пирсы, причалы, а также подходные каналы, подводные сооружения, созданные в результате проведения дноуглубительных работ), расположенные на территории морского порта, взаимодействующие с водной средой и предназначенные для обеспечения безопасности мореплавания и стоянки судов.

3.40 проектная отметка дна: Отметка дна морского канала, фарватера или зоны маневрирования, расположенная ниже принятого отсчетного уровня воды на величину проектной глубины.

3.41 проектная глубина канала: Глубина от отсчетного уровня воды, определенная для расчетного судна с учетом всех необходимых нормативных запасов.

3.42 проектная поверхность прорези, проектный профиль объекта: Поверхность, образованная горизонтальной плоскостью, соответствующей проектной отметке дна и наклонными плоскостями, соответствующими проектным положениям откосов.

3.43 проектная ширина канала: Ширина канала по дну на отметке проектной глубины, устанавливается проектом в зависимости от навигационной ширины и величины запаса на заносимость канала по ширине.

3.44 промер исполнительный: Промер, выполняемый заказчиком после завершения дноуглубительных работ.

3.45 промер контрольный: Промер, выполняемый исполнителем в процессе дноуглубления для текущего контроля качества выполнения работ.

3.46 промер предварительный: промер, выполняемый перед началом выполнения дноуглубительных работ.

3.47 прорезь канала: Искусственно углубленная выемка в мелководном водоеме или на суше, правильной формы с соответствующими откосами, которая обеспечивает необходимую для судоходства глубину и ширину канала.

3.48 проходка: Дистанция, проходимая земснарядом за определённый интервал времени.

3.49 проходная глубина: Минимальная глубина безопасного прохода земснаряда или судов земкаравана.

3.50 пульпа: Смесь воды с грунтом.

3.51 рабочая прорезь: Участок дна или подводного объекта, на котором выполняется выемка грунта для формирования заданных габаритов объекта.

3.52 рабочая глубина прорези: Глубина фактической разработки прорези земснарядом, определяемая как проектная глубина канала, увеличенная на величину допустимого перебора по глубине на чистоту выработки прорези, в зависимости от применяемого типа земснаряда.

3.53 рабочая ширина прорези: Ширина участка извлечения грунта, разрабатываемая земснарядом.

3.54 ремонтные дноуглубительные работы (текущий ремонт):

Работы по снятию наносных грунтов с целью поддержания паспортных габаритов объекта.

3.55 рефулирование: Перемещение пульпы.

3.56 средства навигационного оборудования (СНО):

Специальные сооружения, конструкции или устройства, предназначенные для ориентирования или определения места судна в море, а также для ограждения каналов, фарватеров и навигационных опасностей.

3.57 съёмка рельефа дна (промер): Вид гидрографических работ, выполняемых с целью получения информации о подводном рельефе, позволяющей получить его картографическое изображение.

3.58 трюмный земснаряд: Самоходное или несамоходное судно, предназначенное для извлечения грунта специальными устройствами (всасывающими устройствами, грейферами и др.) и имеющее трюм для размещения грунта и его транспортировки на отвал.

3.59 траншнейный способ разработки прорези: Работа дноуглубительного снаряда, при которой земснаряд перемещается параллельно продольной оси разрабатываемой прорези.

3.60 штанговый земснаряд: Одночерпаковый земснаряд, который отделяет грунт от дна и осуществляет его подъём с использованием ковша на штанге.

4 Общие положения

4.1 Требования, приведенные в настоящем Стандарте, следует соблюдать при разработке проектной документации, подготовке, выполнении, контроле и приёмке дноуглубительных работ на подходных каналах и акваториях, находящихся в хозяйственном ведении ФГУП «Росморпорт».

4.2 Строительство, реконструкция и ремонт подходных каналов и акваторий в морских портах и на подходах к ним выполняются в соответствии с программой деятельности ФГУП «Росморпорт» на основе проектной документации и обосновывающих материалов.

4.3 Проектная документация на дноуглубительные работы в целях строительства или реконструкции должна соответствовать требованиям Постановления Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».

4.4 Инженерные изыскания для выполнения дноуглубительных работ должны соответствовать требованиям СП 11-102-97, СП 11-103-97, СП 11-104-97, СП 11-105-97, СП 47.13330.

4.5 При организации отвалов грунта на суше соблюдать требования СП 104-34-96, СП 45.13330.

4.6 Характеристика грунта по трудности разработки должна определяться на основе материалов инженерно-геологических изысканий в соответствии с СП 11-105-97, СП 47.13330, СП 317.1325800, ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация и ГЭСН-2017. ГЭСН 81-02-44-2017.

4.7 Выполнение инженерных изысканий для ремонтного дноуглубления на основании архивных материалов допускается только при согласовании с ФГУП «Росморпорт».

4.8 При планировании предварительных объемов дноуглубительных работ на следующий год следует учитывать

межсезонную заносимость, определяемую на основании анализа средней фактической заносимости за период не менее 5 лет, предшествующих планируемому году производства работ.

4.9 В проектах ремонтных дноуглубительных работ при определении габаритов рабочей прорези должны учитываться характеристики как подстилающих, так и наносных грунтов с целью обеспечения проектного профиля объекта и недопущения сползания грунта внутрь проектного профиля.

4.10 Период действия договора подряда на выполнение ремонтных дноуглубительных работ рекомендуется устанавливать с учетом срока действия проекта на выполнение ремонтных дноуглубительных работ.

4.11 При производстве дноуглубительных работ в районах с просадочными или вечномерзлыми грунтами, а также в сейсмических районах необходимо учитывать требования СП 14.13330, СП 21.13330, СП 25.13330, СП 131.13330.

4.12 Суда дноуглубительного флота и вспомогательные плавучие средства должны соответствовать требованиям Российского морского регистра судоходства (РМРС), Российского речного регистра (РРР) или признаваемого ими классификационного общества.

4.13 Район плавания судов дноуглубительного флота определяется присвоением судну соответствующего знака ограничения района плавания РМРС или РРР.

4.14 При планировании выполнения дноуглубительных работ при отрицательной температуре и наличии льда на акватории проект производства работ должен разрабатываться с учетом этих условий.

4.15 При работе в ледовых условиях следует использовать суда, имеющие соответствующий класс РМРС или РРР и иметь технико-эксплуатационные характеристики, позволяющие вести работу в условиях отрицательной температуры.

4.16 По требованию заказчика земснаряды должны быть оснащены системой позиционирования и контроля рабочих процессов дноуглубления.

4.17 Плановой основой дноуглубления является всемирная геодезическая система 1984 г. (WGS-84).

4.18 В целях обеспечения безопасности персонала земкаравана рекомендуется использовать терминалы системы «ЭРА-ГЛОНАСС».

5 Организация дноуглубительных работ

5.1 Организация дноуглубления предусматривает следующие мероприятия:

- выбор организации для проведения проектных работ в соответствии с процедурой, установленной Положением о закупках товаров, работ, услуг для нужд ФГУП «Росморпорт», утвержденным приказом ФГУП «Росморпорт» от 28.12.2016 № 663;
- разработку проектной документации;
- согласование проектной документации с уполномоченным органом исполнительной власти в области рыболовства и сетевыми организациями (при необходимости);
- проведение общественных слушаний (при необходимости);
- получение положительного заключения государственной экологической экспертизы, проводимой федеральным органом исполнительной власти в области экологической экспертизы;
- разрешение Федеральной службы по надзору в сфере природопользования на сброс грунта в подводный отвал;
- получение положительного заключения государственной экспертизы (за исключением ремонтных дноуглубительных работ);
- утверждение проекта проведения дноуглубительных работ исполнительным органом власти в области транспорта (за исключением ремонтных дноуглубительных работ);
- выбор подрядчика на выполнение дноуглубительных и сопутствующих работ в соответствии с процедурой, установленной Положением о закупках товаров, работ, услуг для нужд ФГУП «Росморпорт», утвержденным приказом ФГУП «Росморпорт» от 28.12.2016 № 663;
- заключение договора на авторский надзор (при реконструкции или новом строительстве);

- получение решения Федерального агентства водных ресурсов или его территориального органа о предоставлении водного объекта в пользование (для работ, проводимых вне акватории морского порта);
- получение разрешения капитана морского порта на производство дноуглубительных работ;
- проведение дноуглубительных работ;
- получение разрешения на ввод в эксплуатацию объекта после завершения дноуглубительных работ у уполномоченного органа исполнительной власти (за исключением ремонтного дноуглубления).

5.2 Проведение дноуглубительных работ включает в себя следующие этапы:

- подготовка к выполнению дноуглубительных работ;
- составление технического задания капитан - багермейстеру;
- формирование земкаравана;
- выполнение дноуглубительных работ;
- контроль качества работ;
- приёмка работ.

6 Подготовка к выполнению дноуглубительных работ

6.1 Основанием для начала подготовки к дноуглубительным работам является программа деятельности ФГУП «Росморпорт», проект, обосновывающие материалы и техническое задание на производство дноуглубительных работ (Приложение 1).

6.2 Техническое задание выдаётся заказчиком работ.

6.2.1 В техническом задании на производство дноуглубительных работ должны быть приведены следующие сведения:

- вид работ (ремонтные, реконструкция, новое строительство);
- тип объекта (канал, судовой ход, траншея, акватория);
- предварительный объём работ;
- проектные габариты объекта работ;
- габариты рабочей прорези и координаты границ участка дноуглубительных работ (при необходимости);

- характеристики разрабатываемого грунта (Приложение 2);
- допустимые переборы по глубине и ширине (Приложение 3);
- вид отвала и координаты его местонахождения;
- требования и ограничения природоохранных организаций;
- плановый срок завершения дноуглубительных работ;

6.2.2 На работы по реконструкции или новому строительству к техническому заданию должны прикладываться:

- проектная или рабочая документация;
- положительное заключение государственной экологической экспертизы;
- разрешение на захоронение грунта;
- положительное заключение государственной экспертизы;
- периоды ограничений выполнения дноуглубительных работ;

- разрешение капитана порта на проведение дноуглубительных работ.

6.2.3 При ремонтном дноуглублении к техническому заданию прикладываются:

- положительное заключение государственной экологической экспертизы;
- разрешение на захоронение грунта;
- периоды ограничений проведения дноуглубительных работ;
- разрешение капитана порта на проведение дноуглубительных работ.

6.3 Подготовка к дноуглублению состоит из следующих этапов:

- предпроектная подготовка;
- составление проекта производства работ (ППР);
- подготовка участка работ;
- составление технического задания капитан–багермейстеру;
- подготовка земкаравана.

6.4 Предпроектная подготовка включает в себя:

- выбор и обоснование класса и типоразмера земснаряда;
- разработку схемы расстановки земснарядов на участке работ;
- выбор технологической схемы производства работ;
- определение состава земкаравана.

6.5 Выбор класса и типоразмера земснаряда и технологической схемы выполнения дноуглубления следует производить с учётом навигационных, гидрографических, геологических, метеорологических и гидрологических условий, объёма работ и фактического наличия земснарядов необходимого типа.

6.6 Классификация судов дноуглубительного флота приведена в разделе 1 Справочного пособия.

6.6.1 Назначение и условия эксплуатации судов дноуглубительного флота приведены в разделе 2 Справочного пособия.

6.6.2 Тактико-технические характеристики отечественных и зарубежных земснарядов приведены в разделе 3 Справочного пособия.

6.7 Выбор класса и типоразмера земснаряда.

6.7.1 Выбор класса и типоразмера земснаряда следует выполнять, учитывая:

- рекомендации проектной документации;
- техническое задание на производство дноуглубительных работ, выданное заказчиком;
- тип объекта работ (канал, траншея, акватория и др.);
- промерные планшеты участка работ;
- маршруты движения к местам отвала;
- вид отвала (береговой, подводный);
- характеристика разрабатываемых грунтов;
- гидрометеорологический режим в районе проведения дноуглубительных работ;
- проектные габариты объекта работ;
- степень защищенности участка работ от волнения;
- требования и ограничения по охране окружающей среды;
- наличия техники в регионе проведения работ по дноуглублению;
- плановые сроки выполнения работ;
- правила технической эксплуатации технических средств дноуглубления;
- требования настоящего Стандарта.

6.8 Необходимое количество земснарядов N_3 определяется по формуле:

$$N_3 = \frac{V}{T_p \cdot Q_3} ,$$

где: V - объём работ, м³;

T_p - установленное время выполнения работ, сут.;

Q_s - средняя суточная выработка земснаряда, м³/сут.

После этого следует проверить возможность установки необходимого количества земснарядов на участке и последовательность их установки по срокам.

6.9 Основные схемы расстановки земснарядов на участке работ приведены в разделе 10 Справочного пособия.

6.10 Выбор технологической схемы производства дноуглубительных работ определяется условиями производства работ на участке.

6.11 Условия, определяющие технологическую схему при производстве дноуглубительных работ:

- габариты разрабатываемой прорези;
- забровочные глубины;
- разрабатываемые грунты;
- толщина разрабатываемого слоя;
- неравномерность разрабатываемого слоя по ширине и длине разрабатываемой прорези;
- допуски по габаритам разрабатываемой прорези;
- условные отметки уровней воды;
- режим колебаний уровня;
- ледовая обстановка;
- сила и направление ветра;
- температура окружающей среды;
- волнение;
- периодичность штормовых явлений;
- видимость на поверхности и под водой;
- колебания температуры воздуха;

- скорость и направление течений;
- периодичность туманов и их продолжительность;
- вид отвала и дальность транспортировки грунта на отвал;
- требования по укладке грунта на отвале;
- ограничения и требования природоохранных органов.

6.11.1 Условия производства работ указываются в техническом задании на выполнение дноуглубительных работ. Отклонения от условий производства работ в процессе выполнения работ должны быть обоснованы исполнителем работ.

6.12 Основные виды технологических схем производства дноуглубительных работ приведены в разделе 11 Справочного пособия.

6.12.1 Для выбранной технологической схемы составляется Проект производства работ (ППР) в соответствии с разделом 7.

6.13 Комплектование земкаравана.

6.13.1 Земкараван следует комплектовать в соответствии с выбранной технологической схемой выполнения работ и условиями работы на объекте.

Выбор земкаравана осуществляется путем сравнения нескольких подходящих вариантов.

6.13.2 При включении в состав земкаравана грунтоотвозных шаланд, следует придерживаться следующих рекомендаций. Планируемое количество шаланд в составе земкаравана определяется их наличием в эксплуатации. Средняя укомплектованность земснарядов шаландами n_{cp} , определяется по формуле:

$$n_{cp} = \frac{N_u}{N_3},$$

где: N_u - количество шаланд, находящихся в эксплуатации;

N_3 - количество земснарядов, находящихся в эксплуатации.

6.13.3 При укомплектовании шаландами земснарядов с различной

производительностью следует стремиться к тому, чтобы потери выработки от неукомплектованности шаландами земснаряда с меньшей производительностью перекрывались приростом выработки земснаряда с более высокой производительностью.

6.13.4 Необходимое количество шаланд в составе земкаравана, определяется по формуле:

$$N_H = \frac{t_u}{t_n},$$

где: t_u - продолжительность полного цикла шаланды, рассчитываемая по формуле:

$$t_u = t_n + S \cdot t_x^H \cdot K_v + t_{par},$$

где: t_n продолжительность погрузки трюма шаланды, ч;

S - дальность транспортировки грунта на отвал, км;

t_x^H - норма времени на 1 км отвозки грунта на отвал и возвращение к земснаряду, ч;

K_v - коэффициент, учитывающий ограничение скорости движения на отдельных участках трассы;

t_{par} - продолжительность разгрузки трюма, ч.

7 Разработка проекта производства работ

7.1 Проект производства работ (ППР) разрабатывается на основании проектной или рабочей документации и должен содержать мероприятия по наиболее эффективной организации работ по дноуглублению.

7.2 ППР разрабатывается исполнителем дноуглубительных работ или проектной организацией и согласовывается ФГУП «Росморпорт».

7.3 ППР работ должен учитывать требования СП 12-136-2002, СП 48.13330.

7.4 Проект производства работ должен содержать:

- пояснительную записку;
- обоснование выбранной технологической схемы производства работ;
- состав каравана;
- параметры рабочей прорези участка дноуглубительных работ;
- ведомость объемов работ и условий их производства;
- расчет основных производственных показателей земснаряда и грунтоотвозных шаланд;
- расчет рабочего и календарного периодов выполнения работ;
- решения по обеспечению судов каравана топливом, водой, материалами и сдачи судовых отходов;
- схема участков работ;
- используемые пункты опорной геодезической сети;
- последовательность выполнения работ на участках;
- трассы движения на отвал и вид отвала;
- мероприятия по обеспечению навигационной безопасности судов земкаравана;
- мероприятия по охране труда и обеспечению промышленной безопасности при производстве работ;
- мероприятия по охране окружающей среды.

7.5 По данным промерных планшетов, навигационным планам и картам, по глубинам на маршрутах движения на отвал и с отвала следует определяться:

- максимальную проходную осадку предполагаемого к использованию земснаряда;
- размеры акватории для разворотов;
- маршруты движения на отвал и с отвала;
- среднюю толщину срезаемого слоя;
- неравномерность разрабатываемого слоя по ширине и длине прорези, места стоянок судов в ожидании погрузки;
- маршрут движения на отвале;
- дальность транспортировки грунта на отвал.

7.6 По данным инженерно-геологических изысканий определяются:

- характеристики разрабатываемого грунта;
- наличие и размеры включений;
- рабочая ширина прорези по средней толщине разрабатываемого слоя.

7.7 По характеру гидрометеорологического режима:

- определяются возможные простоя земкаравана;
- уточняется схема установки земснаряда и судов земкаравана на участке;
- оценивается необходимость установки временного уровенного поста;
- оценивается навигационная опасность объекта или участка дноуглубительных работ.

7.8 На основании действующих требований и ограничений природоохранных органов определяется:

- режим работы технических средств дноуглубления;
- уточняются сроки выполнения работ с учетом всех особенностей

по условиям производства работ.

7.9 Графические и расчетные материалы ППР должны быть представлены заказчику в электронном виде.

7.10 При разгрузке донного грунта на береговой отвал ППР должен дополнительно содержать:

- генеральный план участка берегового отвала;
- планы карт намыва с расположением первичного обвалования, прудка-отстойника, основных и резервных сбросных колодцев;
- расчет прудка-отстойника, водосбросных колодцев и мутности сбрасываемой с прудка-отстойника воды;
- состав механизации работ на карте намыва;
- способы контроля за выгрузкой грунта на береговом отвале.

8 Подготовка участка работ

8.1 В состав работ по подготовке участка входят:

- выполнение предварительного промера (площадной съемки) на участках работ и на отвале. Выполнение промера на трассах движения на отвал – при необходимости;
- получение разрешения капитана порта на производство дноуглубительных работ;
- обустройство уровенных постов, привязка к отсчетному уровню;
- установка плавучих знаков навигационной обстановки или виртуальных СНО (при наличии технической возможности) на маршрутах движения на отвал и на отвале (при необходимости).

8.2 В районах работы земснаряда, грунтоотвозных шаланд и обслуживающих судов, а также на отвалах (свалках) грунта и подходах к ним предварительно производится площадная съемка с целью обнаружения опасных подводных препятствий. Целесообразность выполнения площадной съемки в указанных районах определяется заказчиком дноуглубительных работ.

8.3 Производство работ на эксплуатируемых судоходных путях допускается после выполнения площадной съемки акваторий и путей, где намечены работа земснаряда, перемещения судов технического флота и подводные отвалы грунта.

Любые препятствия для работы дноуглубительной техники, перемещений судов технического флота должны быть устранины. Если это невозможно, то до начала дноуглубительных работ следует согласовать с организацией, эксплуатирующей акваторию, решение об обходе препятствий, о чем составляется соответствующий протокол с описанием и указанием препятствий.

8.4 Если предмет или подводное препятствие не могут быть подняты и представляют опасность для обслуживающих судов земкаравана, это

место ограждают знаком по системе Международной ассоциации морских средств навигации и маячных служб (МАМС).

8.5 Результатом площадной съёмки является промерный планшет, результаты водолазного обследования оформляются актом с описанием выявленных подводных предметов и объектов.

8.6 Предварительный промер (площадная съемка) выполняется в следующие сроки:

- при заносимости в год менее 0,3 м не ранее 10 суток до начала работ;
- при заносимости в год более 0,3 м не ранее 5 суток до начала работ.

8.7 По материалам промера составляется отчёт и промерный планшет в масштабах 1:500, 1:1000 или 1:2000 в зависимости от размеров участка работ.

8.7.1 Промерный планшет должен быть составлен в электронном и бумажном виде.

8.8 Целесообразность водолазного обследования определяется в ППР и согласовывается с заказчиком.

8.9 Координаты мест, в которых обнаружены подводные препятствия, фиксируются. Места ограждаются знаками по системе МАМС.

8.10 Границы отвала на глубинах, не превышающих 25 м, задаются координатами и обозначаются на местности буями, вехами (при необходимости). На глубинах, превышающих 25 м, границы места отвала задаются только координатами.

8.10.1 Дальняя граница мелководных отвалов первоначально закрепляется установкой двух буев или виртуальных СНО. По мере заполнения отвала буи передвигаются.

8.10.2 Положение подводного отвала грунта для рефуллерных землесосных снарядов закрепляется на местности установкой буёв или вех по оси отвала.

8.11 Береговой отвал должен иметь строго определенные границы. Разбивка границ береговых отвалов производится инструментально.

8.12 При организации берегового отвала на слабых грунтах, или для последующего вывоза грунта с отвала должны быть выполнены мероприятия, обеспечивающие работу и проезд строительной техники и транспорта.

8.13 Смыв грунта с палуб грунтоотвозных судов (шаланд) допускается только в районе подводного отвала.

8.14 Знаки навигационной обстановки по согласованию с капитаном порта должны быть убраны из рабочей зоны земснаряда перед установкой земснаряда на прорезь.

9 Составление технического задания капитану – багермейстеру, подготовка земкаравана

9.1 Техническое задание капитан – багермейстеру на выполнение дноуглубительных работ должно содержать:

- проектные и рабочие габариты разрабатываемой прорези;
- величины допустимых переборов по глубине и ширине прорези (Приложение 3);
- группу грунтов по трудности разработки;
- вид отвала грунта и его удаленность от места работы;
- требования и ограничения природоохранных организаций;
- предполагаемый (предварительный) объём работ, м³;
- сроки выполнения работы;
- календарный план выполнения работ;
- особые условия по производству работ.

9.2 Обязательным Приложением к техническому заданию являются:

- промерный планшет с нанесенными проектными границами и границами рабочей прорези;
- состав земкаравана;
- ведомость предварительного подсчета объемов работ;
- схема ограждения границ рабочей прорези, отвалы грунта и маршруты движения судов на отвал;
- акт водолазного обследования предметов, обнаруженных при площадной съемки участка работ (при необходимости);
- отметка отсчетного уровня и схема мест установки уровенных постов;
- отметки нуля уровенных постов;
- продолжительность подготовительного периода к морскому переходу, продолжительность морского перехода и подготовительного периода к производству работ;

– перечень мероприятий по обеспечению навигационной безопасности судов земкаравана на опасном в навигационном отношении участке работы.

9.3 Подготовка земкаравана.

9.3.1 Подготовку земкаравана к дноуглублению выполняет капитан–багермейстер.

9.3.2 Подготовка земкаравана включает в себя следующие этапы:

- подготовка к морскому переходу;
- подготовка к дноуглублению.

9.3.3 Подготовка к морскому переходу включает в себя выполнение следующих работ:

- ознакомление с условиями производства работ по техническому заданию и Приложением к нему;
- подбор необходимого оборудования и оснастки;
- определение состава служебно-вспомогательных судов и средств механизации и разработка схемы их переброски на место работы;
- пополнение запасов воды, топлива и провизии;
- составление перечня необходимых запасных деталей;
- крепление палубного груза и устройств по-походному;
- демонтаж специальных устройств и их погрузка в транспортное средство, если планируется морской переход в разоруженном состоянии;
- конвертировка и герметизация корпуса судна и его надстроек, если планируется морской переход в законвертированном состоянии;
- оформление документации на морской переход (перегон) в инспекции (РМРС, РРР);
- организация перевозки экипажа на место работы и его размещения на берегу, если планируется морской переход без команды на борту;
- оформление отхода в службе капитана порта.

9.4 Подготовка земкаравана к дноуглублению включает в себя

выполнение следующих работ:

- ознакомление с участком работ и условиями их производства на местности;
- подготовка механизмов и устройств к работе;
- монтаж специальных устройств;
- установка рамы на нужную точку подвеса;
- организация передачи сведений о положении уровня на земкараван;
- организация связи земкаравана с ГПК, управлением и между судами;
- согласование со службами порта порядка доставки на суда провизии, воды, топлива, сдачи мусора и подсланевых вод;
- расстановка СНО на маршрутах движения судов на отвал, на отвалах и обратно (при необходимости).

10 Производство дноуглубительных работ

10.1 Порядок производства работ.

10.1.1 Порядок производства работ определяется классом и типоразмером земснаряда, выбранной технологической схемой и условиями производства работ.

10.1.2 В общем случае порядок производства дноуглубительных работ следующий:

- выход земснаряда в начальную точку маршрута;
- грунтозабор со дна;
- транспортировка грунта к месту отвала;
- размещение извлеченного грунта в отвал;
- перемещение земснаряда по заданному маршруту;
- контроль технологического процесса дноуглубления.

10.2 Условия производства работ указываются в техническом задании на выполнение дноуглубительных работ. Отклонения в процессе выполнения работ должны быть обоснованы исполнителем работ и согласованы с заказчиком.

10.3 Отклонения в процессе производства работ от указанных в техническом задании параметров фиксируются в судовом журнале и оформляются двусторонним актом с заказчиком.

10.4 Для уменьшения влияния на уровень воды дноуглубительные работы на каналах, расположенных в речных частях акваторий морских портов с морским режимом судоходства, следует выполнять с минимальным технологическим переуглублением и строго в заданных границах рабочей прорези.

10.5 При несовпадении разрабатываемых грунтов с указанными в техническом задании совместно с представителем заказчика отбираются образцы грунта из рабочих органов земснаряда, фактический вид грунта на участке работы определяется на основании лабораторного анализа

отобранных проб.

10.6 Мероприятия по обеспечению безопасности мореплавания в районе производства работ при выполнении работ по дноуглублению должны соответствовать требованиям обязательных постановлений в соответствующем морском порту, а также Временной инструкции по обеспечению навигационной безопасности земснаряда (Приложение Б к РД 31.74.07-95 «Наставление по навигационной безопасности работы дноуглубительного флота»).

10.7 При выполнении дноуглубления, определение места осуществляют с помощью спутниковых навигационных систем (СНС), работающих в дифференциальном режиме.

10.8 Погрешность определения плановых координат должна быть не хуже, чем 1,0 м на уровне 95% обеспеченности.

10.9 Плановые координаты земснаряда относятся к точкам расположения антенн СНС.

10.10 При дноуглублении координаты антенн СНС должны быть пересчитаны в координаты точек забора грунта с использованием специализированных программных средств.

10.11 Высотной основой дноуглубления является государственная нивелирная сеть.

10.12 Положение отсчётного уровня фиксируется на постоянном уровненном посту.

10.13 Глубина грунтозабора приводится к отсчётному уровню.

10.14 Погрешность измерения глубин должна быть не более, чем 0,1 м на уровне 95% обеспеченности.

10.15 Технология работы и производственные показатели земснарядов приведены в разделах 4-9 Справочного пособия.

11 Контроль качества проведения работ

11.1 Контроль качества выполняемых работ должен производиться исполнителем в течение всего периода проведения работ.

11.2 Контроль выполняется по этапам календарного плана, предусматривающим выполнение объёмов дноуглубления от 15 до 30 суток в зависимости от производительности земснаряда.

11.3 Капитан-багермейстер при ежедневном контроле выполнения дноуглубительных работ использует данные от системы позиционирования.

11.4 Капитан-багермейстер выполняет контроль:

- текущего положения земснаряда и грунтозаборного устройства на прорези;
- измерений глубин с борта земснаряда;
- выработки бровок рабочей прорези;
- переборов по ширине и глубине прорези;
- технического состояния механизмов и систем земснаряда;
- текущей производительности земснаряда;
- соблюдения требований охраны труда;
- соблюдения экологических требований.

Все выявленные неисправности и замечания записываются в судовом (вахтенном) журнале с составлением технического акта.

11.5 Текущий контроль качества выполнения дноуглубительных работ производится исполнителем работ.

В состав контроля входит:

- выполнение контрольного промера;
- соответствие хода выполнения работ календарному плану;
- определение фактического положения бровок рабочей прорези на выработанной части;
- определение фактических глубин выработки;

- определение фактических переборов по глубине и ширине прорези;
- проверка отметок намытых площадей;
- оценка изменения рельефа дна по данным выполненного и предыдущего контрольных промеров.

11.6 Контроль качества выполнения работ может производиться исполнителем в присутствии представителей заказчика. При реконструкции или новом строительстве дополнительно к представителям заказчика привлекаются представители организации, осуществляющей авторский надзор.

11.7 По материалам контрольного промера, выполненного исполнителем, оформляется промерный планшет.

11.8 Замечания по результатам контроля передаются капитану-багермейстеру земснаряда. Капитан-багермейстер обязан принять меры по устранению отмеченных недостатков.

11.9 Периодичность выполнения и размеры участка контрольных промеров определяется в ППР.

12 Приёмка выполненных работ

12.1 Приемка выполненных работ производится ежемесячно на основании материалов предварительного и исполнительного промеров (площадной съёмки).

По согласованию с заказчиком допускается приемка работ за иные временные интервалы.

12.2 Предварительный промер выполняется заказчиком в сроки, указанные в п. 8.6.

12.3 Исполнительный промер выполняется заказчиком в следующие сроки:

- при заносимости в год менее 0,3 м не позднее 10 суток после окончания работ на сдаваемом участке;
- при заносимости в год более 0,3 м не позднее 5 суток после окончания работ на сдаваемом участке;
- на участках с повышенной заносимостью (более 10 см в месяц) сроки исполнительных промеров определяются условиями договора.

12.4 Предварительные и исполнительные промеры должны выполняться на всей ширине проектного профиля объекта, включая границы верхних проектных бровок откосов.

12.5 Необходимым условием приемки работ является выемка подрядчиком (исполнителем) грунта на всей ширине рабочей прорези с достижением проектной глубины и обеспечением проектной ширины в границах нижних проектных бровок на принимаемом участке работ.

12.6 При организации работ методом послойной разработки грунта промежуточная приемка работ может производиться по фактически выполненным объемам за согласованный заказчиком период времени работ. Условием окончательной приемки участка работ является выполнение п. 12.5.

12.7 Сдача-приемка дноуглубительных работ оформляется актом

(промежуточными актами).

12.8 Недоборы по глубине при строительстве или реконструкции не допускаются. При ремонтном дноуглублении не допускаются недоборы по глубине более 0,1 м относительно проектной глубины в границах нижних проектных бровок и должны быть устранены исполнителем повторной проходкой (подчисткой) до приемки-сдачи работ.

12.9 Приемке подлежат объемы грунта, извлечённые в пределах границ рабочей прорези с учётом допустимых переборов по ширине и глубине прорези, определяемых в соответствии с Приложением 3.

12.10 Переборы по глубине и ширине сверх установленных допусков при подсчетах объема выполненных работ не оплачиваются и являются бросовой работой.

12.11 Переборы сверх максимально допустимых величин у причальных и ограждительных гидротехнических сооружений должны быть устранены подрядчиком за свой счет по требованию и в сроки, установленные заказчиком.

13 Метод вычисления объемов выполненных работ

13.1 Расчет объемов дноуглубительных работ производится на основе цифровой модели рельефа дна построенной на основе файла XYZ с генерализацией глубин не более 1,0x1,0 м по минимальным значениям. Все расчеты производятся в системе координат WGS-84 в проекции UTM-N_{зоны} (универсальная поперечная проекция Меркатора).

Цифровая модель рельефа дна создается методом аппроксимации поверхности элементарными треугольниками – метод TIN (Triangulated Irregular Network).

13.2 Предварительный объем работ рассчитывается сравнением (наложением друг на друга) поверхности в границах рабочей прорези с учетом допусков по ширине и глубине и цифровой модели рельефа дна, полученной в результате предварительного промера.

Принципиальная схема определения предварительного объема дноуглубительных работ приведена на рисунке 2.

13.3 Выполненный объем работ рассчитывается сравнением (наложением друг на друга) поверхностей (цифровых моделей рельефа дна) глубин предварительных и исполнительных промеров в границах рабочей прорези с учетом допусков по ширине и глубине.

Принципиальная схема определения выполненного объема дноуглубительных работ приведена на рисунке 3.

13.4 Объемы предварительных и выполненных работ рассчитываются по заданным в прямоугольных координатах в границах рабочей прорези с учетом допусков по ширине и глубине, определяемых в соответствии с Приложением 3. Границы рабочей прорези с учетом допусков по ширине должны задаваться с точностью до 0,1 м.

13.5 Допуски по глубине и ширине на чистоту выработки дноуглубительной выемки за пределами рабочей прорези определяются в соответствии с Приложением 3 и включаются в объем выполненных работ, подлежащих оплате.

13.6 На рисунке 1 приведены элементы поперечного сечения прорези канала.

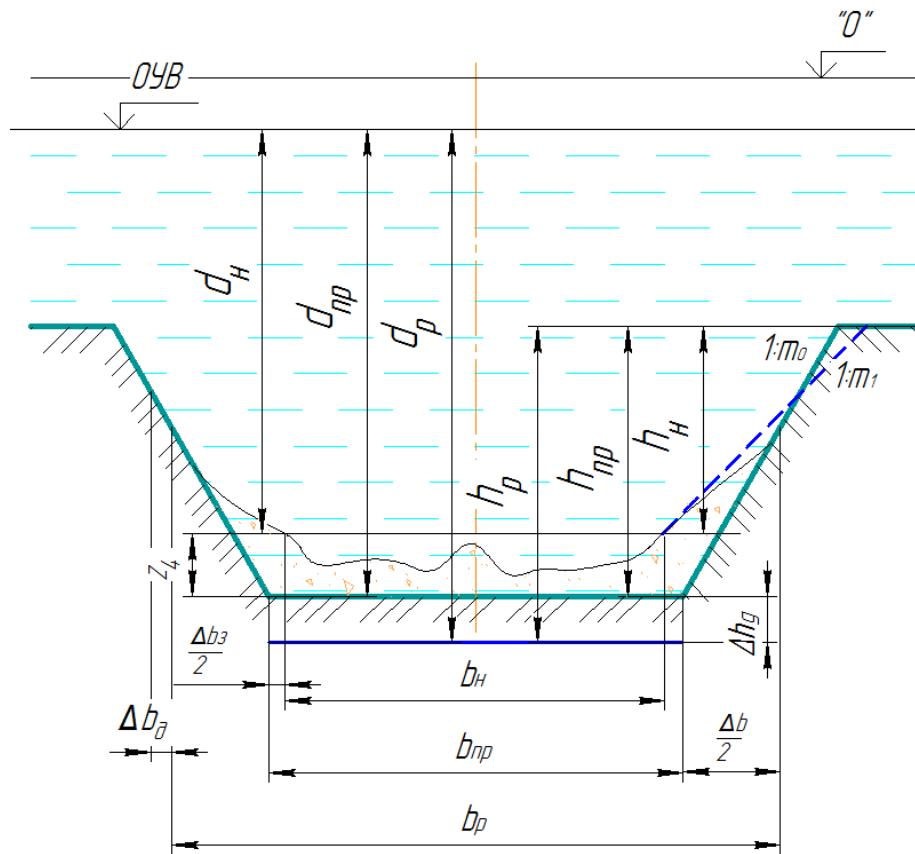


Рис.1 Элементы поперечного сечения дноуглубительной прорези канала

Условные обозначения:

- «0» – ноль высотной системы (принятого в проекте);
- 0УВ – отсчетный уровень воды;
- d_H – навигационная глубина канала;
- d_{np} – проектная глубина;
- d_p – рабочая глубина;
- h_H – навигационная глубина прорези
- h_{np} - проектная глубина прорези;
- h_p – рабочая глубина прорези;
- Δh_g – допустимый перебор по глубине;
- Z_4 – запас на заносимость по глубине;
- b_H – навигационная ширина канала;
- b_{np} – проектная ширина канала;
- b_p – ширина рабочей прорези;
- Δb_3 – запас на заносимость по ширине;
- Δb – проектная величина заложения естественного откоса грунта при определении ширины рабочей прорези;
- $1:m_0$ – крутизна откоса прорези, разработанной до проектной глубины;
- $1:m_1$ – крутизна установленного откоса прорези.

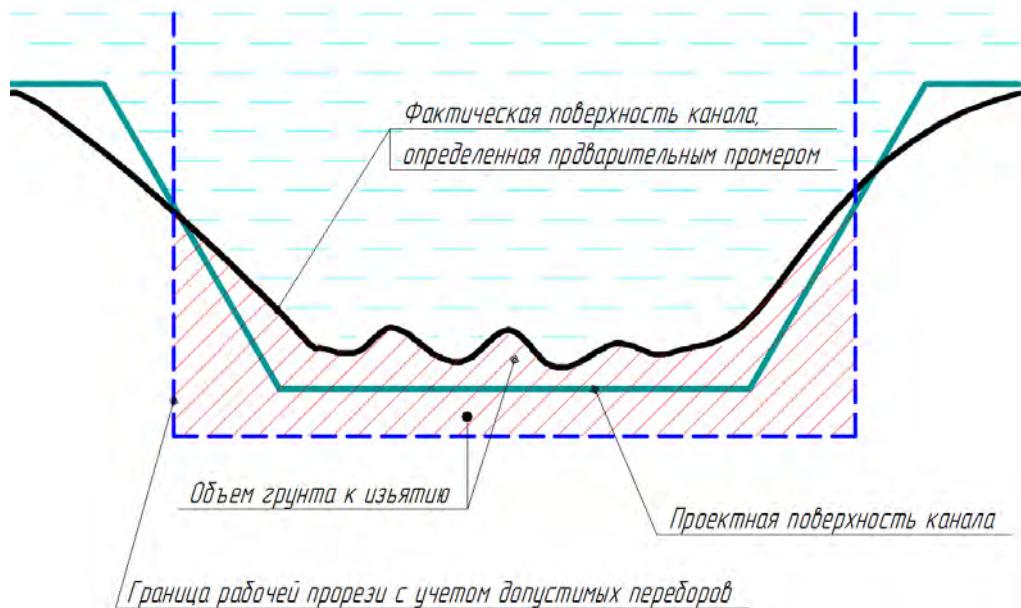


Рис. 2 Принципиальная схема определения предварительного объема дноуглубительных работ

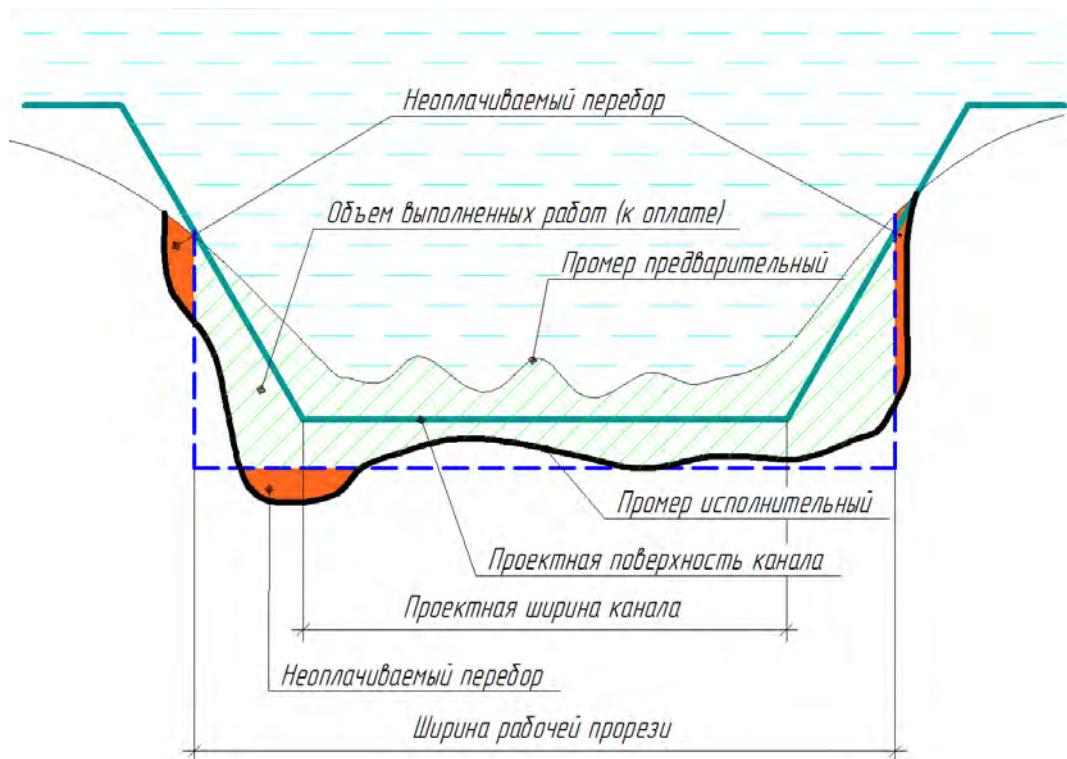


Рис. 3 Принципиальная схема определения выполненного объема дноуглубительных работ

Приложение 1 Примерное содержание технического задания на дноуглубительные работы

Примерное содержание технического задания:

1. Название и местонахождение объекта.
2. Наименование (виды) работ.
3. Сроки выполнения работы:
 - начало;
 - окончание;
 - этапы работ (при наличии).
4. Предварительный объём работ, тыс. м³.
5. Состав работ.
6. Основные технические требования к объекту.
7. Основные условия производства работ:
 - 7.1. Габариты объекта работ:
 - длина;
 - ширина проектная / рабочая;
 - глубина проектная / рабочая (высота намыва);
 - допуски по глубине и ширине.
 - 7.2. Отвал, вид отвала, дальность транспортировки грунта на отвал.
 - 7.3. Наименование, группа и категория грунта по трудности разработки и разгрузки согласно действующей классификации (Приложение 2), наличие включений и предметов захламления.
 - 7.4. Особые условия на участке:
 - наличие судоходства и условия пропуска судов;
 - действующие требования и ограничения по охране окружающей среды;
 - наличие подводных и надводных препятствий.

Обязательное Приложение к Техническому заданию:

1. Разрешение капитана порта на производство дноуглубительных

работ.

2. Промерные планшеты участка работ с нанесенными проектными границами и границами рабочей прорези, маршруты движения судов на отвал и с отвала грунта.

3. Географические координаты рабочих границ объекта работ (УДР), выдаваемые на земснаряд.

4. Схемы ограждения рабочих границ объекта, маршрутов движения на отвал и с отвала грунта (при необходимости).

5. Координаты границ отвала грунта.

6. Разрешение Федеральной службы по надзору в сфере природопользования на сброс грунта в подводный отвал (в случае захоронения грунта на подводном отвале).

Приложение 2 Классификация грунтов

Таблица – Классификация грунтов

Группа по трудности разработки	Наименование грунта	Гранулометри- ческий класс	Плотность, ρ_e , т/м ³	Коэффициент пористости, ε	Показатель консистенции J_L	Прилипаемость, КПа	Категория грунта по трудности выгрузки
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Илы:						
	супесчаные	IV-VI	1, 45-1,60	0,9 и более			1
	Суглинистые	IV-VI	1, 45-1,75	1,0 и более			1
	глинистые	IV-VI	1, 75-1,80	1,0 и более			1
2	Пески рыхлые	IIIк	1, 70-1,75	св. 0,70			1
		IIIс	1, 45-1,70	св. 0,70			1
		IIIм	1, 65-1,70	св. 0,75			1
	Ракушечно - песчаные	IIIп	1, 65-1,70	св. 0,80			1
		IIIр	1, 65-1,80	св. 0,70			1
	Ракушечно - илистые	(IV – VI)р	1,65 - 1,70		1.0 – 1,5		1
	Супеси текучие	IV	1,70 – 1,80		св. 1,0		1
3	Пески средней плотности	IIIк	1, 81-2,10	0,55 - 0,70			1
		IIIс	1, 76-2,00	0,55 - 0,70			1
		IIIм	1, 71-1,95	0,60 – 0,75			1
		IIIп	1, 65-1,70	0,60 - 0,80			1
	Супеси пластичные	IV	1,81 – 2,00	0,0 – 1,0			1
	Суглинки и глины слабоприлипаемые	V,VI					1
		текучие	1,95 – 2,00	1,0		до 10	1
		текучепластичные	1,95 – 2,00	0,76 - 1,0		до 10	1
	мягкопластичные		1,95 – 2,00	0,51 – 0,75		до 10	1
4	Пески плотные	IIIк	2,10 – 2,20	до 0,55			1
		IIIс	2,01 – 2,05	до 0,55			1
		IIIм	1,96 – 2.10	до 0,60			1
		IIIп	1,96 – 2.15	до 0,60			1

	Пески с гравием гравелистые	IIIгр	2,30 – 2,50				1
	Пески с дресвой, дресвяные	IIIг	2,30 – 2,50				1
	Гравий (дресва)	II	2,25 – 2,40				1
	Ракушечниковые	P	2,10 – 2,20				1
	Супеси с гравием						1
	текущие	IVгр	2,30 – 2,50		св. 1,0		1
	пластичные	IVгр	2,30 – 2,50		от 0 до 1,0		1
	Суглинки и глины слабоприлипаемые тугопластичные	V-VI	2,01 – 2,20		0,26 – 0,50	до 10	2
	Суглинки и глины среднеприлипаемые						
	текущие	V-VI	2,01 – 2,10		св. 1,0	10 -25	2
	текучепластичные	V-VI	2,01 – 2,10		0,76 – 1,0	10 -25	2
	мягкопластичные	V-VI	2,01 – 2,10		0,51 – 0,75	10 -25	2
5	Супеси твёрдые	IV	2,01 – 2,25				2
	Суглинки и глины полутвёрдые слабоприлипаемые	V-VI	2,11 – 2,30		0,01 – 0,25	до 10	2
	Суглинки и глины тугопластичные среднеприлипаемые	V-VI	2,11 – 2,30		0,26 – 0,50	10-25	3
	Суглинки и глины сильноприлипаемые текущие, текучепластичные, мягкопластичные	V-VI	2,11 – 2,30		0,50 – 1,00	25 - 40	3
	Галька (щебень)	I	2,31 – 2,50				1
	Грунты с галькой (щебнем)	IIIгл, IVгл, Vгл, VIгл	2,31 – 2,50				1
	Гравийно - глинистые	IIгл	2,31 – 2,50				1
	Гравийно - супесчаные	IIс	2,31 – 2,50				1
	Галечные	Iп, Ic, Ig, Iр, Iгл	2,31 – 2,50				1
	Суглинки и глины	V, VI	2,31 – 2,50			до 10	2

	слабоприлипаемые твёрдые						
	Суглинки и глины сильноприлипаемые	V,VI	2,31 – 2,50		0,10 – 0,50	25 - 40	3
	Суглинки и глины особосильноприлипаемые	V,VI	2,31 – 2,50			свыше 40	3
	Песчано – пылеватые грунты с плыжными свойствами (типсопропные)	III _m , III _n					3
	Грунты, не требующие дробления – твёрдые полускальные и выветренные грунты с пределом прочности на сжатие 0,10 - 0,55 МПа		2,31 – 2,50				3
	Грунты, требующие дробления до 20 см в поперечнике, грунты, содержащие валунные фракции более 4 %		2,31 – 2,50				3
	Грунты с пределом прочности на сжатие более 0,55 МПа		2,31 – 2,50				3

Примечание:

1. Для классификации грунтов, не входящих в табл.п.2.1. использовать ГОСТ 25100
2. В таблице приняты следующие сокращения: к - крупный, с - средний, м - мелкий, п - пылеватый, р - ракушечный.

Приложение 3 Допустимые переборы по глубине и ширине

1. Допустимые переборы по глубине рабочей прорези в зависимости от используемого типа земснаряда приведены в таблице П.3.1.

Таблица П.3.1

Допустимые переборы (перекопы) по глубине

Тип земснаряда	Техническая производительность, м ³ /ч	Допустимый перебор (перекоп) грунта, м	Примечание
Многочерпаковый ¹⁾	До 500	0,20	¹⁾ При наличии в грунте включений больших размеров допустимые переборы следует увеличить: – при размере включений от 40 до 60 см - на 0,2 м; – при размере включений от 60 до 80 см - на 0,4 м. ²⁾ При наличии в грунте включений больших размеров допустимые переборы следует увеличить: – при размере включений от 26 до 40 см - на 0,2 м; – при размере включений от 41 до 80 см - на 0,4 м.
Многочерпаковый ¹⁾	Более 500	0,30	
Одночерпаковый и грейферный	До 300	0,50	
Одночерпаковый и грейферный	Более 350	0,70	
Самоотвозный трюмный ²⁾	Все типы	Текучий или рыхлый грунт Пластичные, тугопластичные, плотные несвязные грунты Полутвердые и твердые грунты	0,5 0,7 0,9
Рефуллерный стационарный	Все типы	0,4	

2. Допуски на перебор по ширине рабочей прорези в каждую сторону составляют:

- при ремонтном дноуглублении – 2 м;
- при дноуглублении на объектах капитального строительства – 3 м.

3. При ремонтном дноуглублении, выполняемым подрядными организациями, допустимые переборы по глубине и ширине определяются заказчиком в техническом задании, являющимся неотъемлемым приложением к договору подряда.

Приложение 4 Справочное пособие. Технологические схемы производства дноуглубительных работ, технология работы и производственные показатели различных типов земснарядов

1 Основные технологические схемы производства дноуглубительных работ	52
2 Классификация судов дноуглубительного флота	70
3 Назначение и условия эксплуатации судов дноуглубительного флота ...	74
4 Расчет производственных показателей работы земснарядов	86
5 Самоотвозные землесосы. Технология работы и производственные показатели	94
6 Рефулёрные землесосы. Технология работы и производственные показатели	126
7 Многочерпаковые земснаряды. Технология работы и производственные показатели	151
8 Одночерпаковые штанговые земснаряды. Технология работы и производственные показатели	168
9 Грейферные земснаряды. Технология работы и производственные показатели	179
10 Основные схемы расстановки земснарядов на участке работ.....	189
11 Тактико-технические характеристики отечественных и зарубежных земснарядов.....	199
12 Системы трёхмерного позиционирования и мониторинга производительности земснарядов	209

1 Основные технологические схемы производства дноуглубительных работ

Основными являются следующие технологические схемы дноуглубления.

1.1 Технологическая схема: разработка прорези на акватории с глубинами, превышающими проходные глубины земкаравана, многочерпаковым земснарядом, транспортировка грунта шаландами на подводный отвал.

Указанная технологическая схема дноуглубления оказывает минимальное вредное воздействие на окружающую среду. Прием шаланд под погрузку производится под два борта, при наличии устройств по заглублению рабочих тросов смена шаланд может производиться без остановки земснаряда.

1.2 Технологическая схема: разработка прорези на акватории с глубинами менее чем проходные глубины судов земкаравана многочерпаковым земснарядом, транспортировка грунта на подводный отвал.

Применение этой схемы возможно при ширине разрабатываемой прорези не менее 50 м. Использование заглубителей рабочих тросов не рекомендуется, так как возможна их поломка при подходе к бровкам, а также имеется опасность намотки рабочих тросов на винты подходящих или отходящих шаланд. При ширине прорези менее 75 м прием шаланд производится только с одного борта. Для смены шаланд земснаряд останавливается. Разворот шаланды производится с помощью катера или мотозавозни.

1.3 Технологическая схема: разработка прорези в сухом береге или на мелководье (глубины за бровкой менее 1,5 м или менее чем проходная глубина мотозавозни) многочерпаковым земснарядом, транспортировка грунта шаландами на подводный отвал.

Применение этой схемы возможно при ширине прорези не менее 50 м.

При ширине прорези менее 75 м прием шаланд следует производить только под один борт. Разворот шаланд следует выполнять с помощью катера или мотозавозни. Если это невозможно, шаланда задним ходом буксируется к месту разворота. Вторая шаланда начинает движение к земснаряду после ухода отошедшей от борта груженой шаланды. Для предотвращения завала рамы обрушающимся откосом следует производить периодическое обрушивание нависающего козырька грунта черпаковым устройством.

1.4 Технологическая схема: разработка прорези многочерпаковым земснарядом, укладка грунта на береговой или мелководный отвал. Возможны следующие схемы работы:

- разработка грунта многочерпаковым земснарядом, погрузка в шаланды с глухим днищем, разгрузка шаланд гидроперегружателями и транспортировка грунта на береговой отвал;
- разработка грунта многочерпаковым земснарядом, погрузка в шаланды, разгрузка шаланд в котлован, забор грунта из котлована рефулерным землесосом, рефулирование на береговой или подводный отвал;
- разработка грунта многочерпаковым земснарядом, рефулирование на подводный или береговой отвал по напорному грунтопроводу;
- разработка грунта многочерпаковым земснарядом, транспортировка грунта по плавучему и береговому конвейеру.

1.5 Технологическая схема с использованием комплексов:

- многочерпаковый земснаряд - гидроперегружатель;
- многочерпаковый земснаряд - рефулерный землесос.

Применяется при разработке несвязных грунтов, разработку которых следует производить тонкой стружкой для предотвращения забоев колосниковой решетки грунтового насоса.

1.6 Технологическая схема с рефулированием разработанного черпаками грунта по напорному трубопроводу применяется при наличии на

земснаряде рефулерного устройства или при наличии специальной рефулерной станции, дальность рефулирования определяется напорной характеристикой грунтовых насосов.

1.7 Технологическая схема с отводом грунта по конвейерной линии применяется на защищенных от волнения акваториях.

1.7.1 Технологическая схема допускает разработку всех видов грунтов, кроме текучих илов.

1.7.2 Размеры акватории должны быть достаточны для размещения и свободного перемещения конвейерной линии в процессе работы.

1.8. Технологическая схема: при разработке грунтов с углом естественного откоса более 10° ($m > 1:5$) самоотвозными землесосами образуются глубокие траншеи и гребни, выступающие выше проектной отметки дна прорези. Выравнивание поверхности дна (срезку гребней) следует выполнять с помощью планировочных устройств (механических дноуглубительных плугов).

1.9 Технологическая схема: разработка прорези большой протяженности самоотвозным землесосом на акватории с глубинами, превышающими проходную глубину самоотвозного землесоса, транспортировка грунта на подводный отвал.

1.9.1 Ограничениями для применения схемы являются:

- запреты работы при рунном ходе рыбы и скатывании рыбной молоди;
- разработка связных грунтов 4-ой группы по трудности разработки (Приложение 2 Стандарта).

1.9.2 Дальность транспортировки не регламентируется, глубины на маршруте движения и на отвале должны быть больше, чем проходная глубина землесоса.

1.10 Технологическая схема: разработка прорези большой протяженностью самоотвозным землесосом на акватории с забровочными глубинами менее, чем проходная глубина землесоса, транспортировка грунта

на подводный отвал.

1.10.1 Данная схема применяется при ширине разрабатываемой прорези не менее 50 м. При ширине прорези менее, чем $(1,5 \div 2,0)L_k$, где: L_k - длина корпуса землесоса, с обоих концов прорези должны быть акватории для разворотов землесоса с глубинами не менее, чем проходная глубина землесоса и шириной не менее, чем $1,5 \cdot L_k$. Кроме вышеуказанных требований, должны учитываться ограничения, приведенные в п. 11.9

1.11 Технологическая схема: разработка прорези самоотвозным землесосом, рефулирование грунта на береговой или мелководный отвал.

1.11.1 Дополнительно к требованиям, приведенным в п. п. 11.9 и 11.10, следует:

- установить причальное сооружение с размещенным на нем стыковочным устройством в месте расположения берегового или мелководного отвала;
- проложить береговой или плавучий трубопровод от причального сооружения до места складирования грунта;
- оградить карту намыва (берегового отвала) первичным обвалованием;
- обустроить на карте намыва прудок-отстойник для сброса осветленной воды с допустимой мутностью.

1.11.2 Глубина у причального сооружения и в акватории для разворотов должна быть не менее проходной глубины землесоса.

1.11.3 Диаметр акватории для разворотов землесоса у причального сооружения должен быть не менее, чем $1,5 \cdot L_k$, где: L_k - длина корпуса землесоса.

1.12 Технологическая схема: разработка прорези длиной менее, чем пять длин корпуса землесоса, самоотвозным землесосом.

1.12.1 Схему реализуют при челночном движении землесоса.

1.12.2 Грунт извлекается при движении землесоса вперед, после

прохождения всей прорези землесос задним ходом возвращается к началу прорези.

1.12.3 Длина каждого участка выработки и выхода из рабочей зоны должна быть не менее, чем $0,5 \cdot L_{\kappa}$.

1.12.4 За пределами участка работы должна быть акватория для разворота землесоса с глубинами не менее, чем проходная глубина землесоса и шириной не менее, чем $1,5 \cdot L_{\kappa}$.

1.13 Технологическая схема: разработка прорези самоотвозным землесосом или землесосом с подвесным грунтопроводом, складирование грунта вдоль бровок разрабатываемой прорези.

1.13.1 Схема применяется при разработке песков и при наличии на землесосе поворотной трубы длиной не менее чем 30 – 50 м.

1.13.2 Для увеличения дальности полета струи на конце трубы устанавливается конический насадок.

1.13.3 Ширина разрабатываемой полосы вдоль бровки B составляет:

$$B = l_n - \frac{B_3}{2}$$

Общая ширина прорези B_p при укладке грунта вдоль двух бровок, которую может разработать землесос, составляет:

$$B_p = 2 \cdot l_n - B_3,$$

где: l_n - длина подвесного трубопровода, м;

B_3 - ширина землесоса, м.

1.14 Технологическая схема: разработка связных грунтов самоотвозным землесосом совместно с якорным землесосом с механическим разрыхлителем.

1.14.1 1-й вариант. Якорный землесос рыхлит грунт механическим разрыхлителем, оставляя его на прорези. Толщина разрыхленного грунта составляет 0,4 - 0,6 м. Самоотвозной землесос подбирает разрыхленный грунт, грузит в трюм и транспортирует на отвал.

1.14.2 2-й вариант. Якорный землесос разрабатывает прорезь с рефулированием грунта в отвал вдоль бровки. Самоотвозной землесос забирает грунта с отвала и транспортирует его на морской подводный отвал.

1.14.3 3-й вариант. Якорный землесос разрабатывает прорезь с рефулированием грунта в трюм самоотвозного землесоса, который транспортирует его на подводный или береговой отвал.

1.14.4 При использовании первого варианта технологической схемы землесосы на прорези работают поочередно, якорный землесос послойно рыхлит грунт, самоотвозной землесос его послойно убирает и транспортирует на отвал.

1.14.5 При использовании второго варианта возможна одновременная работа землесосов. Первым на участок для создания резерва отвала грунта выходит якорный землесос.

1.14.6 Для ритмичной работы рекомендуется подбирать землесосы с равной часовой производительностью.

1.14.7 При третьем варианте землесосы работают одновременно, но якорный землесос разработку ведет только в период загрузки трюма самоотвозного землесоса.

1.14.8 Первый и третий варианты схемы используются в случаях, когда запрещен отвал грунта вдоль бровки и глубины на акватории за бровкой меньше, чем проходная глубина самоотвозного землесоса.

1.14.9 Второй вариант схемы используется, если глубины на отвалах якорного землесоса в забровочном пространстве больше, чем проходная глубина самоотвозного землесоса.

1.14.10 Основное требование по рыхлению - максимальный размер кусков разрыхленного грунта или грунта, укладываемого в отвал вдоль бровки, не должен превышать в поперечнике 0,20 м.

1.14.11 При использовании третьего варианта на самоотвозном землесосе следует установить устройство длястыковки плавучего грунтопровода с грунтопроводом, ведущим в погрузочный лоток

самоотвозного землесоса.

1.15 Технологическая схема: разработка прорези якорным рефулерным землесосом, транспортировка грунта по напорному плавучему и береговому грунтопроводам на подводный или береговой отвал. Схема применяется на реках и защищенных от волнения акваториях по условиям эксплуатации плавучего грунтопровода.

1.15.1 Разработка ведется продольными траншеями при использовании траншейного землесоса или поперек прорези при использовании папильонажного землесоса.

1.15.2 Дальность рефулирования зависит от напорной характеристики грунтового насоса и может достигать 2000 м.

1.15.3 Использование бустерных станций позволяет довести дальность рефулирования до любой необходимой величины. При использовании бустерных станций необходимо, чтобы остаточный напор в напорном трубопроводе в месте подключения станции был не менее 2 - 2,5 м.

1.15.4 Бустерные станции следует устанавливать как по длине напорного грунтопровода через определенное расстояние, так и непосредственно у землесоса.

1.15.5 В первом случае напорный грунтопровод находится под давлением, развивающим грунтовым насосом бустерной станции, при последовательном включении бустерных станций непосредственно у землесоса напорный грунтопровод находится под суммарным давлением, развивающим бустерными станциями.

1.15.6 Необходимый напор для транспортировки грунта по трубопроводу может быть приближённо оценён по формуле:

$$H_{cm} = \frac{l_{ped}}{500} \cdot 30,$$

где: l_{ped} - дальность рефулирования грунта, м;

500 - стандартная дальность рефулирования большинства землесосов, м;

30 - потери напора в грунтопроводе при рефулировании на расстояние 500 м.

1.15.7 На береговом отвале необходимо:

- оградить карту намыва (берегового отвала) первичным обвалованием;
- обустроить на карте намыва прудок-отстойник для сброса осветленной воды с допустимой мутностью.

1.16 Технологическая схема: подрезка бровок якорным землесосом, выброс грунта за бровку по подвесному грунтопроводу.

Схема используется при разработке песков и при возможности складирования отвала за бровкой прорези. Схема позволяет быстро обеспечить расширение канала на заданную величину или восстановить навигационную ширину канала.

1.16.1 Величина расширения канала (разрабатываемой полосы) составляет 10 - 20 м.

1.16.2 Выброс грунта на бровку производится по подвесному грунтопроводу, установленному на землесосе или на специальном pontоне, закрепленном в корме землесоса.

1.16.3 Разработка полосы производится веерным папильонажем.

1.16.4 Для увеличения дальности выброса струи на конце подвесного грунтопровода устанавливается конический насадок.

1.17 Технологическая схема: разработка прорези якорным землесосом, транспортировка грунта шаландами на подводный или береговой отвал. Использование схемы возможно при наличии на землесосе устройства для погрузки грунта в трюм шаланд или при установке такого устройства.

1.17.1 Схему рекомендуется применять для добычи строительного материала (песка, гравия, щебня), в этом случае целесообразно использовать сгустительный аппарат.

1.17.2 Разгрузка шаланд на береговой отвал производится грейферным краном или гидроперегружателем.

1.17.3 При использовании гидроперегружателя следует использовать карту намыва с механизацией работ по укладке грунта.

Примечание: недостатком схемы является большой объём сбрасываемой за борт осветленной смеси с большим содержанием грунта.

1.18 Технологическая схема: разработка траншеи якорным рефуллерным землесосом при действии поперечного (бокового) течения.

1.18.1 При скорости течения до 0,5 м/с разработка траншеи производится при установке землесоса вдоль оси траншеи (поперек течения) на 4 - 5 якорях.

Плавучий грунтопровод заводится вверх по течению и в средней части закрепляется на якоре.

1.18.2 При сложении ложа дна водоема несвязанными грунтами могут использоваться траншейные землесосы, если грунты связные, используются только землесосы с механическим разрыхлителем.

1.18.3 Схема установки якорного рефулёрного землесоса при действии поперечного (бокового) течения приведена на рисунке 11.1.

1.18.4 При скоростях течений более 0,5 м/с разработку прорези следует выполнять в направлении против течения. Для уменьшения кривизны траншеи, вызванной качанием земснаряда на авантовом якоре, необходимо увеличить радиус качания путем подведения под авантовый трос 2 - 3-х pontонов (поковок).

1.19 Технологическая схема: разработка котлована грейферным самоотвозным земснарядом, погрузка грунта в трюм, транспортировка на подводный или береговой отвал. Схема используется на акваториях с глубинами не менее, чем проходные глубины земснаряда.

1.19.1 Разрабатываемые грунты 1 - 4 группы по трудности разработки.

1.19.2 Максимальная ширина разрабатываемой прорези с одной стоянки земснаряда равна двум вылетам стрелы грейферного крана. Если ширина котлована больше, ширина разрабатываемой прорези, то котлован разбивается на прорези шириной, равной

$$B_{np} = 2 \cdot R_{\max} - 5,$$

где: R_{\max} - максимальный вылет стрелы грейферного крана, м;

5 – величина перекрытия прорезей, м.

1.19.3 Координаты осей прорезей вычисляют с учётом дистанции от границы котлована по нормали:

- дистанция от границы котлована до оси первой прорези $0,5 \cdot R_{\max}$;
- дистанция от оси первой прорези оси до осей последующих прорезей увеличивается с шагом $0,5 \cdot B_{np}$.

1.19.4 При разгрузке трюма грейфером днище в трюме должно быть защищено от его повреждения грейфером.

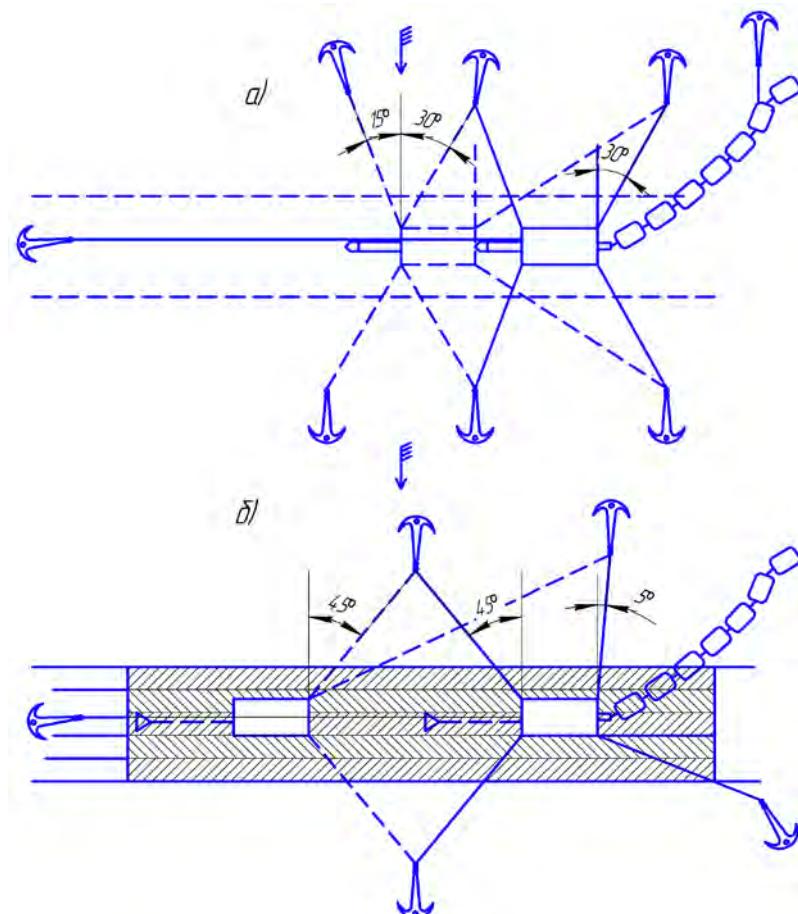


Рис. 1.1 Схема установки якорного рефулёрного землесоса при действии поперечного (бокового) течения: а) установка папильонажного землесоса;

б) установка траншейного землесоса.

1.20 Технологическая схема: подчистка операционной акватории причала грейферным самоотвозным земснарядом.

1.20.1 Земснаряд швартуют к причалу.

1.20.2 Ширина разрабатываемой полосы равна максимальному вылету стрелы грейферного крана.

1.20.3 При разработке земснаряд продвигается вдоль причала путем перетяжек.

1.20.4 Для сбора засоряющих грунт посторонних предметов на трюм земснаряда следует установить колосниковую решётку. По мере накопления предметов захламления на решётке она очищается.

1.20.5 По согласованию со службами порта или эксплуатирующей организацией предметы захламления выгружаются на причал или сбрасываются на отвал в определенном месте.

1.20.6 Глубины на отвале в местах сбрасывания предметов захламления должны быть не менее проходной глубины земснаряда с учётом накопления предметов захламления.

1.21 Технологическая схема: разработка траншей и котлованов штанговым земснарядом, транспортировка грунта шаландами на подводный отвал.

1.21.1 Штанговые земснаряды на участке работ устанавливают на сваях.

1.21.2 Перемещение земснаряда вдоль оси прорези в процессе разработки осуществляется с помощью свайного устройства.

1.21.3 Для удержания земснаряда на оси прорези во время его перемещения предварительно завозят якоря.

1.21.4 Штанговый земснаряд типа "прямая лопата" при разработке перемещается вперёд по прорези, штанговый земснаряд типа "обратная лопата" – назад.

1.21.5 Ширина разрабатываемой прорези с одной стоянки земснаряда при нахождении шаланды у одного борта определяется по формуле:

$$B_{\max} = 1,3 \cdot R_k ,$$

где: R_k - радиус копания, зависящий от глубины разработки, длины и максимального вылета рукояти, м.

1.21.6 При ширине котлована больше максимальной ширины прорези, разрабатываемой земснарядом, котлован по ширине делится на отдельные прорези с перекрытием не менее 5,0 м.

1.21.7 В зоне, где: глубины менее, чем проходная глубина шаланды, ширина прорези должна быть не меньше суммарной ширины земснаряда и шаланды плюс 10 м.

1.22 Технологическая схема: разработка прорези штанговым земснарядом при работе в отвал. Схема используется при разработке на мелководье или в сухом береге.

1.22.1 Ширина прорези по дну должна быть не менее ширины корпуса земснаряда.

1.22.2 Укладка грунта может производиться с двух сторон разрабатываемой прорези.

1.22.3 Максимальный объём грунта V , который может вместить один погонный метр берегового отвала с одной стороны, определяется по формуле:

$$V = \frac{(R_{\max} - 0,5 \cdot B_s)^2}{m \cdot K_p},$$

где: R_{\max} - максимальный вылет ковша, м;

B_s - ширина земснаряда, м;

m - коэффициент естественного откоса грунта на береговом отвале;

K_p - коэффициент разрыхления грунта при разработке.

1.23 Технологическая схема: разработка прорези грейферным земснарядом, транспортировка грунта шаландами на подводный отвал. Схема применяется для создания котлованов под гидротехнические сооружения.

1.23.1 В зависимости от массы грейфера и грузоподъемности кранового устройства разрабатываются грунты 1 - 7 группы по трудности разработки.

1.23.2 Максимальная ширина прорези с одной стоянки земснаряда B_{\max} определяется формулой:

$$B_{\max} = R_{\max} + 0,5 \cdot B_3,$$

где: R_{\max} - максимальный вылет стрелы, м;

B_3 - ширина корпуса земснаряда, м.

1.23.3 Земснаряд на участке устанавливается на 3 - 4-х якорях или, при наличии свайного устройства, на сваях.

1.23.4 Для удержания земснаряда на оси прорези во время его перемещения предварительно завозят якоря.

1.23.5 Глубина на акватории работы грейферного земснаряда должна быть не менее, чем проходная глубина шаланды.

1.23.6 При работе на мелководье или в сухом береге ширина разрабатываемой прорези должна быть не менее суммы ширины земснаряда, шаланды плюс 10 м.

1.24 Технологическая схема: разработка прорези грейферным земснарядом на мелководье или в сухом береге на отвал.

1.24.1 Ширина прорези должна быть не менее ширины корпуса земснаряда.

1.24.2 Объём грунта, укладываемый в береговой отвал, несколько выше, чем у штанговых земснарядов за счет раскачки грейфера.

1.25 Технологическая схема: разработка грунта многочерпаковым земснарядом, транспортировка грунта на подводный отвал при удалении отвала грунта от береговой черты менее 20 миль.

1.25.1 Состав земкаравана должен включать:

- земснаряд;
- шаланды грунтоотвозные;
- мотозавозно;

– судно обеспечения.

1.25.2 При отсутствии бункеровщиков и сборщиков мусора и подсланевых вод в порту, где производятся дноуглубительные работы, эти суда также следует включить в состав земкаравана.

1.25.3 На участках, опасных в навигационном отношении, в состав земкаравана следует включить охранный буксир.

Условия выполнения работ, районы опасные в навигационном отношении и наличие охранного буксира регламентируются РД 31.74.07-95 «Наставление по обеспечению навигационной безопасности работы дноуглубительного флота».

1.25.4 При удалении отвала грунта от береговой черты более чем на 20 миль в состав земкаравана следует включить буксир сопровождения (при условии разрешения PPP или РМРС), если не получено разрешения регистра на транспортировку грунта на данное расстояние с уменьшенной нормой загрузки трюма.

1.25.5 Сопровождающий буксир включается в состав земкаравана в зависимости от знака ограничения районов плавания Российского морского регистра судоходства, присвоенного шаландам.

1.25.6 При запрете проживания экипажей на судах, в состав земкаравана следует включить брандвахту.

1.25.7 При отсутствии брандвахты, следует организовать проживание экипажей на земснаряде или на берегу и доставку экипажей к месту работы и обратно.

1.25.8 При необходимости средства обеспечения безопасности должны быть согласованы с заказчиком или ГПК.

1.26 Технологическая схема: разработка грунта многочерпаковым земснарядом с применением гидроперегружателя (отвал грунта на берег или на мелководье).

1.26.1 Состав земкаравана должен включать:

- земснаряд;
- шаланды с глухим днищем;
- мотозавозню;
- судно обеспечения;
- гидроперегружатель;
- плавучий (при отвале на мелководье), береговой грунтопровод необходимой длины;

- мелкосидящую мотозавозню (отвал на мелководье);
- технические средства для производства работ на карте намыва (береговой отвал);

- служебно-вспомогательные суда, указанные в п. 11.25.

1.26.2 При использовании для разгрузки шаланд грейферных кранов, в состав земкаравана включается грейферный кран и технические средства для распределения выгруженного на берег грунта.

1.27 Технологическая схема: выравнивание поверхности дна прорези с использованием планировочного устройства (механического дноуглубительного плуга).

Технологическая схема реализуется судном с установленным на корме планировочным устройством – механическим плугом.

1.28 Технологическая схема: разработка грунта многочерпаковым земснарядом, рефулирование грунта на подводный или береговой отвал.

1.28.1 Состав земкаравана должен включать:

- земснаряд;
- рефулерную станцию при отсутствии установленных на земснаряде грунтовых насосов;
- мотозавозню;
- плавучий и береговой грунтопроводы;
- технические средства для производства работ на карте намыва при береговом складировании грунта;

- площадку для транспортировки труб берегового грунтопровода;
- судно обеспечения;
- служебно-вспомогательные суда, приведенные в п. 11.25.

Примечание:

1) При разработке прорези на мелководье (забровочные глубины менее, чем проходная глубина мотозавозни) в состав земкаравана следует включить мелкосидящую завозню или несамоходную завозню и мелкосидящий буксируйный катер;

2) При разработке прорези в сухом береге с креплением рабочих тросов на якорях «мертвяках» в состав земкаравана следует включить экскаватор для рытья ям для «мертвяков».

1.29 Технологическая схема: разработка грунта самоотвозным землесосом, транспортировка грунта на подводный отвал.

1.29.1 Состав земкаравана должен включать:

- земснаряд;
- судно обеспечения;
- служебно-вспомогательные суда, приведенные в п. 11.25.

1.29.2 При рефулировании грунта на береговой отвал дополнительно в состав земкаравана следует включить:

- причальное сооружение;
- грунтопроводы плавучий (отвал на мелководье), береговой;
- технические средства для производства работ на карте намыва.

1.29.3 При организации отвала на мелководье и рефулировании по плавучему грунтопроводу дополнительно в состав земкаравана следует включить мелкосидящую мотозавозню и/или специализированную технику для работы на мелководье (экскаватор, вездеход-амфибия и др.) для работы с плавучим грунтопроводом.

1.30 Технологическая схема: разработка грунта самоотвозным землесосом совместно с якорным землесосом с механическим

разрыхлителем.

1.30.1 Состав земкаравана должен включать:
при первом варианте схемы:

- земснаряд;
- мотозавозню;
- судно обеспечения;
- служебно-вспомогательные суда, приведенные в п. 11.25.

при втором варианте:

- мотозавозню;
- плавучий грунтопровод;
- судно обеспечения;
- служебно-вспомогательные суда, приведенные в п. 11.25.

1.30.2 В дополнение к судам земкаравана по второму варианту включается устройство длястыковки плавучего грунтопровода с трубопроводом самоотвозного землесоса.

1.31 Технологическая схема: разработка грунта якорным землесосом, рефулирование грунта на подводный или береговой отвал.

1.31.1 Состав земкаравана должен включать:

- земснаряд;
- мотозавозню;
- плавучий и береговой грунтопроводы;
- бустерные станции по расчету;
- мелкосидящую мотозавозню;
- площадку для транспортировки берегового трубопровода;
- технические средства для выполнения работ на карте намыва;
- служебно-вспомогательные суда, приведенные в п. 11.25.

1.32 Технологическая схема: погрузка грунта в грунтоотвозные шаланды, транспортировка на подводный отвал.

11.32.1 Состав земкаравана должен включать:

- земснаряд;
- грунтоотвозные шаланды;
- мотозавозню;
- судно обеспечения;
- служебно-вспомогательные суда, приведенные в п. 11.25.

1.33 Технологическая схема: выброс грунта по подвесному грунтопроводу.

1.33.1 Состав земкаравана должен включать:

- земснаряд;
- мотозавозню;
- судно обеспечения;
- площадку с подвесным трубопроводом;
- служебно-вспомогательные суда, приведенные в п. 11.25.

1.34 Технологическая схема: разработка грунта штанговыми и грейферными земснарядами, транспортировка грунта шаландами на отвал.

1.34.1 Состав земкаравана должен включать:

- земснаряд;
- грунтоотвозные шаланды;
- мотозавозню или буксирующий катер для перекладки якорей;
- служебно-вспомогательные суда, приведенные в п. 11.25.

1.34.2 При работе на внешних рейдах или незащищенных от волнения акваториях в состав земкаравана следует включить охранный буксир.

2 Классификация судов дноуглубительного флота

2.1 Технические средства дноуглубления распределяются по следующим классам:

- самоотвозные трюмные рефуллерные землесосы;
- якорные рефуллерные землесосы;
- землесосы самоходные с подвесным рефуллерным грунтопроводом;
- грейферные земснаряды;
- одночерпаковые земснаряды;
- многочерпаковые земснаряды;
- грунтоотвозные шаланды;
- морские завозные краны (мотозавозни).

Внутри класса суда распределяются по типам и типоразмерам.

2.2 Самоотвозные трюмные рефуллерные землесосы в зависимости от вместимости трюма подразделяются на типоразмеры, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Типоразмеры самоотвозных трюмных рефуллерных землесосов
в зависимости от вместимости трюма

Типоразмер	Вместимость трюма, м ³
1000	600 - 1500
2500	1600 - 2500
3500	2600 - 3500
4500	3600 - 4500
5000	4600 и более

2.3 Тип якорных рефуллерных землесосов определяется по контрактовой производительности.

В каждом типе производится разделение на подтипы по признакам:

- a. По способу перемещения на прорези:

– папильонажные - при разработке землесос осуществляет поперечное перемещение по прорези с постепенным перемещением вдоль прорези;

– траншейные - землесос перемещается вдоль прорези, покрывая площадь прорези продольными траншеями;

b. По устройствам, обеспечивающим перемещение землесоса в процессе грунторазработки:

– авантово-папильонажные – поперечное перемещение осуществляется папильонажными лебедками, продольное – авантовой лебедкой;

– свайно-папильонажные – поперечное перемещение осуществляется папильонажными лебедками, продольное – святым устройством;

c. По способу разработки грунта:

– с механическим разрыхлением – отделение грунта от массива и его рыхление производится фрезерным или роторным разрыхлителем;

– с гидравлическим разрыхлением – отделение грунта от массива и его рыхление производится водяными струями;

– без рыхления – отделение грунта от массива производится потоком воды, поступающим в грунтоприемник;

d. По способу транспортировки грунта на отвал:

– рефуллерные – транспортировка разработанного грунта осуществляется по напорному трубопроводу в виде смеси с водой;

– шаландрефуллерные – транспортировка грунта может осуществляться как по напорному трубопроводу, так и путем погрузки его в трюм грунтоотвозных шаланд по специальному устройству;

– пульпометы – грунт в виде смеси с водой выбрасывается через специальные насадки.

2.4 Тип транзитных землесосов определяется по контрактовой производительности.

2.5 Тип грейферных самоотвозных земснарядов определяется по контрактовой производительности грейферного устройства.

2.6 Тип одночерпаковых земснарядов определяется по устройству разработки грунта:

- a. Грейферные – разработка грунта производится грейфером;
- b. Штанговые – разработка грунта производится с помощью ковша, закрепленного на штанге;

Внутри каждый тип одночерпаковых земснарядов подразделяется на подтипы по признакам:

- по контрактовой производительности;
- по вместимости грейфера, ковша;
- по способу резания грунта;
- прямая лопата;
- обратная лопата.

2.7 Тип многочерпаковых земснарядов определяется по контрактовой производительности, внутри каждый тип подразделяется на подтипы:

- a. По устройству черпаковой цепи:
 - майонные - черпаки в цепи соединены друг с другом с помощью промежуточных звеньев - майонов;
 - безмайонные - черпаки в цепи соединены непосредственно друг с другом;
- b. По способу погрузки грунта в шаланды:
 - лотковые - погрузка грунта производится по лоткам (подвижному и неподвижному);
 - транспортерные - погрузка грунта производится по транспортеру;
- c. По способу транспортировки грунта на отвал:

– шаландовые - транспортировка разработанного грунта производится в трюмах грунтоотвозных шаланд;

– шаландорефуллерные - транспортировка осуществляется шаландами или по напорному рефуллерному трубопроводу.

2.8 Тип грунтоотвозных шаланд определяется по вместимости трюма, внутри каждый тип подразделяется на подтипы по способу разгрузки трюма:

– люковые - разгрузка трюма производится через днищевые дверцы (ляды);

– с раскрывающимся корпусом - разгрузка производится путем раскрытия корпуса шаланды.

2.9 Тип морских завозных кранов определяется по мощности силовой установки.

3 Назначение и условия эксплуатации судов дноуглубительного флота

3.1. Землесосы

3.1.1 Самоотвозные землесосы

Самоотвозные землесосы рекомендуется использовать для разработки несвязных грунтов плотностью в состоянии естественного залегания $\rho = (1,30 \div 2,10) \text{ т/m}^3$, допускается наличие включений размером 5-25 см, не превышающее 4% от общего объёма разрабатываемого грунта.

Производительность землесоса по грунтозабору снижается при наличии в разрабатываемом грунте включений.

При наличии специального обоснования, допускается использование самоотвозных землесосов для подбора дробленого каменистого грунта. Максимальный размер камней не должен превышать 25 см в поперечнике.

Работа самоотвозного землесоса допускается при следующих условиях:

- скорость ветра не более 10 м/с (5 - 6 баллов);
- глубина акватории не менее проходной глубины землесоса.

Предельные условия, при которых допускается использование самоотвозных землесосов, приведены в таблице 3.1.

При разгрузке трюма путем рефулирования грунта по напорному трубопроводу на береговой отвал (склад) обязательна установка причального сооружения, к которому швартуют землесос. Швартовка должна исключать продольные перемещения относительно стыковочного устройства.

При невозможности установки или крепления землесоса к причальному сооружению рефулирование производится после закрепления землесоса одним из следующих способов:

- закол свай землесоса, при нахождении землесоса в дрейфе;
- постановка на якорь.

В этих случаях соединение с пульпопроводом обеспечивается рабочим катером.

Размеры акватории у причального сооружения должны позволять самостоятельную швартовку землесоса или швартовку с помощью буксиров, а также разворот на 180° после разгрузки трюма.

Минимальный диаметр акватории для разворота должен быть не менее $(1,7 \div 2,0) \cdot L$, где: L - длина корпуса землесоса, м.

Таблица 3.1

Предельные условия, при которых допускается использование
самоотвозных землесосов

Вместимость трюма землесоса, m^3	Максимальная высота волны, м		Минимальная глубина разработки, м	Минимальная глубина участка, на котором разработка, движение, на отвале, м	Минимальная длина разрабатываемой прорези, м	Минимальная ширина акватории для разворота на 180° , м	Минимальная дальность видимости, мили	Минимальная скорость течения, м/с	вдоль прорези	нормально к оси прорези
	нос, корма	борт	на разработке	участке, , трассе движения, на отвале,	разработываемой прорези, м	акватории для разворота на 180° , м	видимости, мили			
Менее 1000	1,75	1,25	4,5	4,5	500	100	0,5	1	0,10	
1000-2500	2,00	1,50	5-6,0	5,0	700	140	1,0	1	0,15	
2600-4500	2,5	1,75	6,5-7,5	7,0	1000	180	1,0	1	0,15	
Более 4500	3,5	2,0	8 и более	более 8	1000	200	1,5	1	0,15	

3.1.2 Якорные рефулёрные землесосы

Якорные рефулёрные землесосы используются для разработки прорезей на защищенных от волнения акваториях с рефулированием грунта по напорному трубопроводу на подводный или береговой отвал.

Работа якорных землесосов возможна при высоте волны до 0,5 м (II балла).

При постоянных течениях якорные рефулерные землесосы устанавливаются против направления течения.

3.1.2.1 Рефулирование грунта производится по плавучему грунтопроводу при подводном отвале и по плавучему и береговому грунтопроводам при рефулировании грунта на береговой отвал.

Необходимое количество звеньев Π плавучего грунтопровода при подводном отвале следует определять по формуле:

$$\Pi = \frac{D + b_p}{l_c} + 10,$$

где: D - удаленность отвала грунта от бровки разрабатываемой прорези, м; b_p - рабочая ширина прорези, м, l_c - длина звена плавучего трубопровода, м.

Дистанция от бровки разрабатываемой прорези до оси подводного отвала грунта не должна быть меньше величин, указанных в таблице 3.2

Таблица 3.2

Минимальная дистанция от бровки разрабатываемой прорези до оси подводного отвала грунта

Объём намыва, м ³	Средний диаметр частиц грунта, мм							
	менее 0,05	0,05 - 0,1	0,11- 0,25	0,26-0,50	0,51-1,0	1,1-2,0	2,1-10,0	более 10,0
5000	120	110	100	96	90	80	75	65
7500	140	125	110	105	100	90	80	70
10000	150	130	125	120	110	100	85	75
12500	160	150	135	130	120	110	95	80
15000	170	160	145	140	130	115	100	85
17500	180	170	150	140	130	120	105	90
20000	190	180	160	150	140	125	110	96

Минимальная ширина акватории для размещения плавучего грунтопровода при рефулировании:

- на подводный отвал не менее 90 м;
- на береговой отвал с береговым грунтопроводом - не менее 200м ($18 \cdot l_c$), где: l_c - длина звена плавучего грунтопровода.

Для снижения нагрузок на плавучий грунтопровод и землесос от течения и волнения, плавучий грунтопровод в зависимости от длины закрепляют в одной или двух точках якорями или сваями.

Длина участка плавучего грунтопровода между землесосом и ближайшей к ней точкой закрепления должна быть не менее 8 - 10 звеньев плавучего грунтопровода.

Перемещение землесоса на прорези осуществляется с помощью папильонажных тросов, закрепленных на завезенных якорях. Для обеспечения необходимой держащей силы якоря дальность его завозки от бровок разрабатываемой прорези зависит от типа грунта и его держащей силы и должна быть не менее 50 м.

3.1.2.2 Землесосы с механическим разрыхлителем могут разрабатывать как слабые, так и плотные грунты, включая полутвердые глины (с 1 до 6 группы по трудности разработки по классификации грунтов, принятой для морского дноуглубления, приведенной в Приложении 2).

Землесосы с гидравлическим разрыхлителем используются для разработки несвязных грунтов с 1 до 4 группы по трудности разработки (илы, пески, супеси и суглинки текучепластичные)

Землесосы без разрыхлителя разрабатывают илы, супеси и суглинки текучие и текучепластичные и рыхлые пески (с 1 до 3 группы по трудности разработки).

3.2 Грейферные самоотвозные земснаряды

Грейферные самоотвозные земснаряды используются для разработки траншей, котлованов, подчистки операционных акваторий у гидротехнических сооружений. При работах у гидротехнических

сооружений соблюдать осторожность для сохранности сооружений, с соблюдением установленных переборов, не допуская сверхпереборов.

Работа грейферных самоотвозных земснарядов возможна при следующих условиях:

- скорость течения до 1 м/с;
- видимость не менее 0,5 мили;
- высота волны до 0,5 м (II балла);
- скорость ветра не более 5,5 м/с (3-4 балла);
- глубина акватории должна быть не менее проходной глубины земснаряда.

Разработанный грейфером грунт погружается в трюм земснаряда и отвозится на отвал.

Минимальная глубина на акватории разработки, по маршруту движения на отвал и на отвале должна быть не менее проходной глубины.

Разгрузка трюма осуществляется через днищевые дверцы в подводный отвал, возможна таким методом подсыпка грунта у причальных сооружений при размыве грунта для восстановления исходных значений глубин. При добыче строительных материалов выгрузка может осуществляться грейфером на причал или в грузовой автотранспорт.

При разгрузке трюма грейфером необходимо на днище трюма устанавливать настил для предотвращения повреждения поперечных балок грейфером

Диаметр акватории для разворота грейферного самоотвозного земснаряда должен быть не менее $1,5 \cdot L$, где: L - длина земснаряда.

Грейферные самоотвозные земснаряды могут быть оборудованы двумя или тремя грейферными кранами.

3.3 Одночерпаковые земснаряды

Одночерпаковые земснаряды, используются для разработки траншей и котлованов под гидротехнические сооружения.

Разработка грунта производится грейфером или ковшом.

Одночерпаковые земснаряды могут разрабатывать грунты 1-7 по трудности разработки.

Разработка плотных тяжелых грунтов грейферными земснарядами малоэффективна, так как для разработки этих грунтов требуется большая масса грейфера, что приводит к резкому снижению массы полезного груза.

Разработанный грунт грузится в шаланды, которыми отвозится на подводный отвал.

Работа одночерпаковых земснарядов возможна при следующих условиях:

- скорость течения до 1 м/с;
- высота волны не более 0,5 м (II балла);
- скорость ветра не более 5,5 м/с (3-4 балла);
- видимость не менее 0,5 мили.

3.4 Многочерпаковые земснаряды

Многочерпаковые земснаряды используются для разработки прорезей на открытых и защищенных акваториях при следующих условиях:

- скорость течения до 1 м/с;
- высота волны не более 0,75 м (II – III балла);
- дальность видимости не менее 0,5 мили.

Многочерпаковые земснаряды разрабатывают все группы грунтов, согласно принятой классификации, включая скальные, предварительно раздробленные до кусков размером 20 - 25 см.

Разработку прорези многочерпаковые земснаряды производят, перемещаясь на рабочих тросах, закрепленных на завезенных якорях.

Продольное перемещение земснаряда на прорези осуществляется по авантовому тросу, закрепленному на завезенном якоре.

Шаг перекладки папильонажных якорей в среднем составляет 0,5 - 0,6 дальности закладки якоря от линии бровки.

Шаг перекладки авантового якоря S_a в метрах определяется по формуле:

$$S_a = D_a (2 \cdot b_p + 200)$$

где: D_a - дальность завозки авантового якоря по условиям на участке или исходя из длины авантового троса (в среднем 1000), м;

b_p - рабочая ширина разрабатываемой прорези, м;

200 - запас троса, необходимый для обеспечения удерживающей силы якоря, м.

Разработанный многочерпаковым земснарядом грунт грузится в трюм шаланды, которая транспортирует его на отвал

Нормальная работа земснаряда обеспечивается при длине радиуса качания земснаряда на авантовом якоре не менее 2 - 2,5 ширины разрабатываемой прорези. В связи с этим минимальная дальность завозки авантового якоря должна быть не менее:

$$D_{amin} = 2 \cdot b_p + (200 \div 250),$$

где: D_{amin} - минимальная дальность завозки авантового якоря, м;

$200 \div 250$ - запас на суточную проходку земснаряда и обеспечение необходимой держащей силы авантового якоря.

Минимальная глубина разработки многочерпаковых земснарядов составляет 4,0 м, максимальная глубина 10 - 24 м.

Минимальная ширина прорези, которую может разработать земснаряд при забровочных глубинах, превышающих максимальную осадку земснаряда или шаланды, составляет в среднем 15 м, ширина прорези в этом случае обуславливается необходимостью разворота земснаряда при подходе к бровкам.

При забровочных глубинах, значение которых меньше чем максимальная осадка земснаряда или шаланды минимальная ширина прорези в среднем составляет 60 м.

При разработке прорези в сухом береге поверхность до отметки +0,5 м над уровнем воды разрабатывается сухопутными землеройными машинами

Погрузка грунта может осуществляться с двух бортов поочередно, если забровочные глубины более проходной глубины или ширина прорези более, чем 75 м на мелководье.

Во всех остальных случаях прием шаланд осуществляется только под один борт

При работе у стенок гидротехнических сооружений прием шаланд осуществляется только под один борт.

Минимальная толщина разрабатываемого слоя для многочертаковых земснарядов составляет 0,3 м.

Максимальная толщина разрабатываемого слоя связных плотных грунтов не должна превышать 2,0 м

При разработке прорези на мелководье или в сухом береге допускается увеличение толщины разрабатываемого слоя, но при этом периодически производится срезание нависающего козырька грунта.

При разработке больших слоев несвязных грунтов происходит сползание откоса после проходки земснаряда. Образуется вал грунта, который следует подобрать, оттягивая земснаряд назад. При этом производительность земснаряда снижается.

3.5 Грунтоотвозные шаланды

Работа грунтоотвозных шаланд возможна при следующих условиях:

- видимость не менее 0,5 мили;
- скорость ветра до 10 м/с (5 баллов);
- высота волны до 1,25 м (4 балла);
- скорость течения до 1 м/с;

При удалении отвала грунта от берега более чем на 20 миль, следует уменьшать объём грунта в трюме до 70% от нормативной загрузки.

Норма загрузки трюма шаланды W_{mp}^H рассчитывается по формуле:

$$W_{mp}^H = \frac{G - W_{mp} \cdot \rho_e}{\rho_e - \rho_e},$$

где: G - грузоподъёмность шаланды, т;

W_{mp} - максимальная вместимость трюма до уровня сливных окон (в среднем 90% от геометрической вместимости трюма), м³;

ρ_e - плотность воды, т/м³;

ρ_e - плотность грунта в состоянии естественного залегания, т/м³.

Полученная величина дает несколько заниженное значение по объёму загруженного в трюм грунта при полном использовании грузоподъемности шаланды, так как объём воды, особенно при погрузке тяжелых грунтов, значительно меньше, чем принимается при расчетах.

Объём погруженного в трюм грунта может быть определен по эмпирической формуле:

$$W_{mp}^H = W_{mp} \cdot K_{mp},$$

где: - W_{mp} максимальная геометрическая вместимость трюма, м³;

K_{mp} - коэффициент использования вместимости трюма, величина которого приведена в таблице 3.3.

Таблица 3.3

Коэффициент использования вместимости трюма

Группа грунта по трудности разработки	1	2	3	4	5	6	7
Коэффициент использования вместимости трюма	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,67	0,65

При определении объёма погруженного грунта в трюме по замерам необходимо учитывать степень его разрыхления

Интервальные значения коэффициентов разрыхления грунта в трюме шаланды приведены в таблице 3.4

Таблица 3.4

Коэффициент разрыхления грунта, погруженного в трюм шаланды

Грунт	Илы	Песок	Суглинок, супесь	Гравий, щебень	Глины	Известняк, мергель	Скальный грунт
Коэффициент разрыхления	1,05 - 1,10	1,00 - 1,10	1,15 - 1,20	1,15 - 1,20	1,25 - 1,30	1,30 - 1,35	1,4 - 1,5

Разгрузка грунта из трюма шаланды осуществляется через днищевые дверцы (ляды).

По процессу разгрузки трюма грунты разделены на три категории, которые служат для определения трудности и продолжительности разгрузки трюма.

К первой категории по трудности разгрузки отнесены грунты, практически не обладающие прилипаемостью.

Разгрузка трюма начинается с момента начала открытия днищевых дверец и заканчивается при полном их открытии.

Ко второй категории относятся грунты, обладающие слабой прилипаемостью и сцеплением (пески, супеси, суглинки, глины слабоприлипаемые).

Разгрузка трюма начинается не сразу с момента открытия днищевых дверец, но с момента начала обрушивания грунта из трюма выходит быстро.

К третьей категории относятся грунты, обладающие высокой степенью прилипаемости. В период погрузки и транспортировки куски грунта слипаются и расклиниваются. После раскрытия дверец грунт продолжает оставаться в устойчивом состоянии, часто наблюдается явление зависания дверец, когда цепи удерживаются грунтом. Для начала разгрузки следует использовать гидромониторы для размыва и реверсы двигателей, для создания вибрации корпуса шаланды.

Транспортировку грунтов третьей категории следует производить шаландами с вертикальными стенками трюма и с поперечной подвеской дверец, цепи которых вынесены за пределы трюма.

Предпочтение также необходимо отдавать шаландам, у которых отношение площади днищевых дверец к площади трюма больше.

Облегчить процесс разгрузки тяжелых грунтов можно, если перед погрузкой в трюм глины загрузить ил или песок трюм на 1/4 его вместимости.

Более эффективным средством транспортировки груза являются шаланды с раскрывающимся корпусом. В процессе раскрытия трюма происходит разрушение связей между слипшимися кусками грунта и грунт сползает в расширяемую щель по всей длине трюма.

Для разворота шаланд при отходе от земснаряда диаметр акватории должен быть не менее 1,7 - 2,0 длины корпуса шаланды

У всех лядовых шаланд (с днищевыми дверцами) в открытом положении дверцы выступают за пределы днища

Основные характеристики грунтоотвозных шаланд приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5

Основные характеристики грунтоотвозных шаланд

Характеристика	«Александр Шаталов»	«Створ»	«Лигатне»	«Дельтовая - 10», «Дельтовая - 11»	«Одесская» Р-344Д
Класс Регистра	PC/KM*L2 R1 hopper	PMPC(K)*R3	PC/KM*L2 R3 hopper	PC, O2, 0A	PPP М-ПР 2,5
Вместимость, м ³	600	550	600	200	300
Длина, м	56,19	38,4	56,19	47,9	45
Ширина, м	11,00	9,5	11,21	8,22	9
Осадка, м	3,7	2,01	3,7	1,94	2,8
Скорость, узлы	10,0	-	8,0	10,0	5,5
Работа в ледовых условиях	-	-	-	-	-

3.6 Морские завозные краны

Морские завозные краны (мотозавозни) используются для выполнения следующих операций:

- завозка и перекладка якорей;
- буксировка земснарядов, плавучих грунтопроводов и служебно-вспомогательных судов;
- отвод от борта земснаряда шаланд;
- разворот шаланд в стеснённых условиях;
- погрузка – разгрузка;
- съёмка рельефа дна;
- расстановка, обслуживание и снятие СНО.

Ширина акватории для полного разворота мотозавозни должна быть не менее 1,5 длины ее корпуса.

Гидрометеорологические условия, при которых работа мотозавозни возможна при следующих условиях:

- видимости – не менее 0,3 мили;
- высота волны – до 1,25 м (III-IV балла);
- скорость ветра – до 9,5 м/с (5-6 баллов);
- скорость течения - до 1 м/с;

4 Расчет производственных показателей работы земснарядов

4.1 Основными производственным

и показателями работы земснарядов являются:

- часовая производительность;
- коэффициент использования рабочего периода;
- суточная выработка.

У многочерпаковых земснарядов, папильонажных землесосов часовая производительность определяется по объему разработанного грунта в состоянии естественного залегания за один час непрерывной работы.

У одночерпаковых земснарядов, траншайных землесосов часовая производительность q рассчитывается по формуле:

$$q = \frac{V}{t_{pas} + t_{nep}},$$

где: V - объем, разработанного земснарядом за час грунта в состоянии естественного залегания, м^3 ;

t_{pas} - чистое время разработки грунта, ч;

t_{nep} - продолжительность передвижек земснаряда с полосы на полосу, ч.

У самоотвозных землесосов и грейферных самоотвозных земснарядов часовая производительность q рассчитывается по формуле:

$$q = \frac{W_{mp}^H}{t_u},$$

где: W_{mp}^H - объем погруженного в трюм грунта в состоянии естественного залегания за час, м^3 ;

t_u - продолжительность цикла работы землесоса, земснаряда, рассчитывается по формуле:

$$t_u = t_{ep} + t_{раз} + K_v \cdot S \cdot t_x^H + t_{раз}$$

где: t_{ep} - продолжительность извлечения грунта (погрузки трюма), ч;

$t_{разв}$ - продолжительность разворотов при смене галсов, у грейферных самоотвозных земснарядов - продолжительность передвижек с полосы на полосу, ч;

K_v -коэффициент, учитывающий ограничение скорости движения землесоса на трассе;

S - дальность транспортировки грунта на отвал, км;

t_x^H - норма времени на 1км отвозки грунта на отвал и возвращение к месту работы, ч;

$t_{разг}$ -продолжительность разгрузки трюма при разгрузке трюма на береговой или мелководный отвал рефулированием, ч.

В продолжительность разгрузки трюма включаются:

- продолжительность подхода и отхода землесоса к причальному сооружению, ч;
- продолжительность стыковки и расстыковки корпусного грунтопровода с береговым или плавучим грунтопроводов, ч;
- продолжительность разгрузки трюма рефулированием, ч.

При разгрузке трюма рефулированием в трюме остается "мертвый" слой грунта, объём которого в среднем находится в пределах 10% объёма погруженного в трюм грунта.

Норма на 1 км отвозки грунта на отвал и возвращение грунтоотвозного судна к месту работы t_x^H рассчитывается по формуле:

$$t_x^H = \frac{2}{V_{cp} \cdot K_{pm} \cdot K_3},$$

где: V_{cp} - средняя скорость движения судна в грузу и порожнем, км/ч;

$$V_{cp} = 0,5 \cdot (V_{ep} + V_n),$$

где: V_{ep} - скорость судна в грузу, км/ч;

V_n - скорость судна порожнем, км/ч;

K_{pm} - коэффициент, учитывающий разгон и торможение судна;

K_3 - коэффициент, учитывающий задержки в пути.

K_{pm} определяется по таблице 4.1.

K_3 определяется по таблице 4.2.

Таблица 4.1

Коэффициент на разгон и торможение

Расстояние отвоза грунта, км															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	свыше 15
0,62	0,72	0,79	0,83	0,86	0,88	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96			

Таблица 4.2

Коэффициент на задержку в пути

Грузоподъёмность судна, тыс.т	Коэффициент задержки в пути
До 3	0,900
4 - 6	0,905
7 - 9	0,91
10 - 15	0,920
свыше 15	0,925

Производственными показателями грунтоотвозных шаланд являются:

- часовая производительность по транспортировке грунта на отвал, рассчитываемая как отношение объёма погруженного в трюм грунта в состоянии естественного залегания к продолжительности учета работы шаланды:

$$q = \frac{W^H}{t_u},$$

где: W^H - норма погрузки трюма, м^3 ;

t_u - продолжительность цикла работы, часы, рассчитываемая по формуле:

$$t_u = t_n + t_{раз} + K_v \cdot S \cdot t_x^H + t_{no},$$

где: t_n - продолжительность погрузки трюма, ч;

t_{no} - продолжительность подхода (отхода) к земснаряду, ч.

– количество рейсов, совершаемых шаландой за сутки работы, рассчитывается по формуле:

$$n_{peic} = \frac{24}{t},$$

где: 24 – продолжительность суток в часах;

– объём вывезенного грунта за сутки, рассчитываемый по формуле:

$$Q = W^H \cdot n_{peic}$$

4.2 Годовой баланс времени судов дноуглубительного флота и порядок его учета

Годовой баланс времени судов дноуглубительного флота складывается из следующих периодов:

- ремонтного;
- эксплуатационного;
- зимнего отстоя.

Все виды периодов исчисляются с округлением до полных суток.

Ремонтный период - период пребывания судна в ремонте. Границами датами являются даты приема судна на ремонт и приема судна из ремонта.

Эксплуатационным периодом называется промежуток времени от момента выхода судна из ремонта (отстоя) до момента постановки на ремонт (отстой):

$$T_s = 365 - T_{sp} - T_{om},$$

где: T_s - эксплуатационный период, сут.;

T_{sp} - продолжительность заводского ремонта, сут.;

T_{om} - продолжительность отстоя, сут.

Отстойным периодом считается период времени пребывания судна вне эксплуатации по следующим причинам:

- невозможность использования из-за ледовых условий;

- ожидание постановки на ремонт;
- недоукомплектованность экипажа;
- отсутствие работы по причинам запрета производства дноуглубления природоохранными организациями;
- отсутствие потребности в эксплуатации.

Период отстоя (консервации) оформляется приказом.

Эксплуатационный период T_{ϑ} , вычисляется по формуле:

$$T_{\vartheta} = T_p + T_n + T_{mo},$$

где: - T_p рабочий период, сут.;

T_n - подготовительный период, сут.;

T_{mo} - период технического обслуживания (профилактики), сут.

Продолжительность зимнего отстоя T_{om} рассчитывается по формуле:

$$T_{om} = 365 - (T_H + T_{3p} + T_n)$$

где: T_H - продолжительность навигационного периода, сут.;

T_n - продолжительность подготовительного периода, сут.

Рабочий период складывается из чистого времени работы земснаряда и производственных остановок:

$$T_p = t_q + t_{ostm}$$

где: t_q - чистое время работы земснаряда, ч;

t_{ostm} - продолжительность производственных остановок, ч.

Продолжительность рабочего периода выражается в часах.

Продолжительностью рабочего периода на участке работ считается время пребывания судна на участке плюс продолжительность морского перехода.

Использование рабочего периода определяется коэффициентом, рассчитываемым по формуле:

$$КИРП(K_{\text{ep}}) = \frac{t_u}{T_p} = \frac{t_u}{t_u + t_{\text{oct}}}$$

Под частым временем работы у одночерпаковых и многочерпаковых земснарядов, якорных землесосов понимается время, затраченное на разработку грунта.

У самоотвозных землесосов и грейферных самоотвозных земснарядов - время, затраченное на разработку и транспортировку грунта t_u , определяется по формуле:

$$t_u = n_{\text{peic}} \cdot t_c$$

где: n_{peic} - количество рейсов, совершенных землесосом или земснарядом;

t_c - продолжительность цикла, часы.

Чистое время работы грунтоотвозных шаланд определяется затратами времени на погрузку и транспортировку грунта и рассчитывается по формуле:

$$t_u = n_{\text{peic}} \cdot t_c$$

4.3 Производственные остановки и простояи земснарядов

В состав производственных остановок одночерпаковых и многочерпаковых земснарядов входят:

- установка (съемка) на участке работ;
- перекладка рабочих якорей; подход и швартовка шаланд;
- осмотр и смазка механизмов, и замена изношенных деталей;
- недостаток шаланд;
- пропуск судов;
- перерывы в работе по гидрометеорологическим причинам;
- пополнение запасов воды и топлива;
- сдача мусора и льяльных вод;
- очистка черпаковой цепи, рамы и нижнего черпакового барабана от предметов захламления.

К простоям относятся:

- неподготовленность объекта или участка работ;
- необеспеченность топливом, водой и запасными деталями;
- неисправность шаланд и мотозавозни;
- устранение поломок и повреждений;
- неукомплектованность экипажей;
- запреты на работу природоохранных органов;
- прочие причины, обусловленные недостатками в организации производства.

Перечисленные причины простоев являются общими для земснарядов всех типов.

В состав производственных остановок якорных рефулерных землесосов входят:

- установка (съемка) на участок работ;
- перекладка рабочих якорей;
- перекладка, удлинение (укорачивание) плавучего и берегового грунтопроводов;
- очистка грунтоприемных устройств;
- промывка грунтопровода;
- осмотр, смазка механизмов и замена изношенных деталей;
- пополнение запасов воды и топлива;
- сдача мусора и льяльных вод; пропуск судов;
- перерывы по гидрометеорологическим причинам.

В состав производственных остановок самоотвозных землесосов, земснарядов и шаланд входят:

- осмотр, смазка механизмов и замена изношенных деталей;
- пополнение запасов воды и топлива;
- сдача мусора и льяльных вод;
- перерывы в работе по гидрометеорологическим причинам;
- ожидание погрузки (для шаланд);

- пропуск судов и ожидание разрешения на заход или выход в порт.
- при рефулировании на береговой отвал (склад) - подготовка карты намыва.

Простои по гидрометеорологическим причинам, по очистке спец устройств от предметов захламления и пропуску судов не поддаются предварительным расчетам и могут значительно отличаться от указанных в техническом задании.

Величины этих простоев фиксируются в судовом журнале, по выпискам из которого определяются фактические затраты времени и составляется двусторонний акт.

При определении простоев по гидрометеорологическим причинам к выпискам из судового журнала прикладываются сводки гидрометеорологической станции о состоянии погоды за указанный период.

Затраты времени на пропуски судов и занятость участка согласовываются с ГПК.

Простои земснаряда из-за запрета производства дноуглубительных работ подтверждаются документами природоохранных организаций.

5 Самоотвозные землесосы. Технология работы и производственные показатели

5.1 Технология работы самоотвозных землесосов

5.1.1 Самоотвозные землесосы могут быть оборудованы одним или двумя бортовыми всасывающими грунтопроводами или одним грунтопроводом.

5.1.2 Разработку прорези самоотвозные землесосы производят траншеями, перемещаясь вдоль оси прорези.

Количество разрабатываемых траншей зависит от количества всасывающих грунтопроводов и условий работы.

Подборка и подрезка бровок производится одним грунтоприемником.

Ширина разрабатываемой траншеи практически равна ширине грунтоприемника, величина которой в среднем составляет:

- у землесосов с вместимостью трюма до 2000 куб. м - 1,4 -1,7 м;
- у землесосов с вместимостью трюма от 2000 до 4500 куб. м - 2,0 -3,5 м;
- у землесосов с вместимостью трюма более 4500 куб. м - более 3,5 м.

Толщина разрабатываемого слоя за одну проходку грунтоприемника зависит от плотности разрабатываемых грунтов и находится в пределах 0,1..0,25 м.

5.1.3 Положение траншей на местности не фиксируется, а зависит от траектории движения землесоса, поэтому вероятны проходы по ранее разработанной траншее или пропуски между траншеями. После разработки самоотвозными землесосами поверхность дна прорези имеет большую неравномерность, как в поперечном, так и в продольном направлениях.

Для предотвращения больших пропусков и гребней выше проектной отметки количество проходов по прорези должно превышать необходимое количество проходов по объёму разрабатываемого грунта в 1,2 - 1,3 раза, а заглубление грунтоприемника при разработке последнего слоя ниже проектной отметки - не менее половины допустимого перебора.

Величина допустимых оплачиваемых переборов по глубине приведена в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Допустимая величина перебора по глубине для самоотвозных землесосов

Вид грунта	Текучий или рыхлый	Пластичные, тугопластичные, плотные несвязные	Полутвердые и твёрдые
Допустимый перебор по глубине, м	0,50	0,70	0,90

При наличии в грунте включений размером более 0,25 м указанные допустимые переборы увеличиваются:

- при размере включений 26 - 40 см на 0,2 м;
- при размере включений до 60 см на 0,4 м.

5.1.4 Точность выработки прорези по ширине определяется точностью позиционирования и рысканием землесоса, величина которого определяется зависимостью:

$$\Delta B_\beta = V_{ep} \cdot t \cdot \sin\beta ,$$

где: V_{ep} - скорость землесоса при грунтозаборе, м/с;

t - продолжительность рыскания, с;

β - угол рыскания, радиан (град).

При средней скорости движения в процессе грунтозабора, равной 2,5 узла (1,3 м/с), и величине $t \cdot \sin\beta = 3$ по нормам технологического проектирования морских каналов:

$$\Delta B_\beta = \pm 3,9 \text{ м}$$

5.1.5 При действии бокового ветра и течения суммарный угол дрейфа и сноса землесоса не должен превышать 5 градусов. Удержание землесоса на заданном курсе в пределах допустимого дрейфа и сноса производится с помощью носового подруливающего устройства и перекладки рулей в сторону сноса, подбора частоты вращения гребных винтов.

Подработка подветренной бровки производится одним грунтоприемником наветренного борта.

5.1.6 Минимальная глубина разработки должна быть не менее проходной глубины землесоса, величина которой приведена в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Проходная глубина самоотвозных землесосов на участке,
трассе движения на отвал и на отвале

Тип землесоса (вместимость трюма, m^3)	При отсутствии волнения		При наличии волнения	
	На участке работ и на подводном отвале	На трассе движения на отвал	На участке работ и на подводном отвале	На трассе движения
Менее 1000	4,5	5,1	5,0	5,5
1000 - 2500	5,0	5,6	5,5	6,0
2500 - 4500	7,0	7,6	7,5	8,0
Более 4500	Более 8,0	Более 8,6	Более 8,6	Более 9,2

5.1.7 При использовании в работе пневмогидрокомпенсаторов необходимо учитывать, что амплитуда колебаний грунтоприемников по глубине без участия лебедок достигает двойного хода поршня пневмогидрокомпенсатора, при разработке прорези с большой неравномерностью слоя грунтоприемник, двигаясь по контуру поверхности дна, вбирает грунт и в местах с глубинами, превышающими проектные.

5.1.8 Максимальная консистенция смеси при разработке данного вида грунта достигается соответствующим режимом работы гидроразрыхлителя, давлением грунтоприемника на грунт, регулируемым давлением в системе пневмогидрокомпенсаторов и скоростью движения землесоса на прорези в процессе грунтозабора.

Рекомендуемые давления в системе пневмогидрокомпенсаторов приведены в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Рекомендуемые давления в системе пневмогидрокомпенсаторов в

относительных величинах $\frac{P}{P_{\max}}$

Группа грунта по трудности разработки	Гранулометрический класс грунта				
	(IV-VI), IV, V, VI	III _п	III _м	III _{pc}	III _к
1	0,30	-	-	-	-
2	0,50	0,50	0,50	0,45	0,40
3	0,70	0,70	0,65	0,60	0,50
4	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70

Режим работы гидроразрыхлителя изменяется путем замены сопел. При разработке плотных грунтов должны устанавливаться сопла большего диаметра.

Рекомендуемые скорости движения землесоса при грунтозаборе приведены в табл. 5.4.

Таблица 5.4

Рекомендуемые скорости движения землесоса при грунтозаборе, узлы

Группа грунта по трудности разработки	Гранулометрический класс грунта				
	(IV-VI), IV, V, VI	III _п	III _м	III _{pc}	III _к
1	3 - 4	-	-	-	-
2	2,5 – 3,0	2,0 – 2,5	2,0 – 3,0	2,3 – 3,0	2,5 – 3,0
3	2,0 – 2,4	1,8 – 2,0	1,8 – 2,2	2,0 – 2,8	2,0 – 2,4
4	-	1,6 - 1,8	2,0	2,0	2,0 – 2,4

Примечание: При использовании гидроразрыхлителя скорость движения землесоса при грунтозаборе должна быть снижена на 20...25%.

5.1.9 В процессе грунтозабора необходимо поддерживать максимально возможную консистенцию смеси, что обеспечивает максимальную производительность грунтовых насосов по грунту, при этом необходимо стремиться, чтобы величина вакуума была близка к нулевому значению.

5.1.9.1 Наиболее часто явление кавитации наблюдается при разработке илистых грунтов, рыхлых крупнозернистых и песков средней крупности, а также при разработке плотных пылеватых песков от явления присоса грунтоприемника к грунту.

5.1.9.2 Для предотвращения явления кавитации на илистых грунтах и рыхлых песках необходимо в полость грунтоприемника подать больше воды, что достигается путем приоткрытия предохранительного клапана, установленного на грунтоприемнике.

5.1.9.3 Предотвращение процесса кавитации при разработке плотных мелких и пылеватых песков достигается путем снижения давления грунтоприемника на грунт.

5.1.9.4 Рекомендуемые консистенции смеси, при которых обеспечивается нормальная работа грунтового насоса и высокая производительность, приведены в табл. 5.5 и 5.6.

Таблица 5.5
Рекомендуемые объёмные консистенции смеси

Группа грунта по трудности разработки	Гранулометрический класс грунта					
	(IV-VI), IV,V,VI	III _п	III _м	III _{pc}	III _к	
1	0,4 – 0,5	-	-	-	-	
2	0,30	0,15	0,18	0,20	0,25	
3	0,25	0,10	0,12	0,15	0,20	
4	-	0,08	0,10	0,10	0,15	

5. 1.9.5 Действительная объёмная консистенция смеси рассчитывается по формуле:

$$C_o = \frac{\rho_{CM} - \rho_B}{\rho_o - \rho_B},$$

где: ρ_{CM} - плотность смеси, т/м³;

ρ_B - плотность воды, т/м³;

ρ_o - удельная плотность грунта, т/м³.

Средняя удельная плотность песков составляет 2,65 т/м³; средняя удельная плотность суглинков и глин составляет 2,70 т/м³.

Таблица 5.6

Рекомендуемые действительные консистенции смеси

Группа грунта по трудности разработки	Гранулометрический класс грунта				
	(IV-VI), IV, V, VI	III _n	III _m	III _{pc}	III _k
1	0,125	-	-	-	-
2	0,12	0,064	0,072	0,097	0,012
3	0,10	0,053	0,063	0,082	0,012
4	-	0,040	0,054	0,065	0,087

Примечание: При использовании гидроразрыхлителя необходимо консистенцию смеси, приведенную в таблицах 5.5 и 5.6, на грунтах 3 и 4 группы по трудности разработки умножить на коэффициент 1,5.

5.1.9.6 Для удобства перехода к объёму грунта в состоянии естественного залегания вводится понятие объёмной консистенции смеси, которая рассчитывается по формуле:

$$\rho = \frac{\rho_{cm} - \rho_b}{\rho_{tp} - \rho_b} ,$$

где: ρ_{tp} - плотность грунта в естественном залегании, т/м³.

$$\rho = C_o \cdot \frac{\rho_o - \rho_b}{\rho_{tp} - \rho_b} ,$$

для песков

$$\rho = \frac{1,65 \cdot C_o}{\rho_{tp} - \rho_b} ,$$

для суглинков, глин

$$\rho = \frac{1,73 \cdot C_o}{\rho_{tp} - \rho_b}$$

При измерении консистенции смеси установленными на землесосах консистометрами необходимо учитывать, какая плотность грунта

устанавливается на консистометре, согласно инструкции по эксплуатации консистометра.

5.1.10 Разработка прорези выполняется послойно, заглубление грунтоприемника в грунт не должно превышать 0,5 м во избежание образования валов вдоль разрабатываемой траншеи.

5.1.11 Разработка прорези может выполняться методом "копирования поверхности дна", когда грунтоприемник в процессе разработки повторяет все неровности поверхности дна, срезая стружку одинаковой толщины на всей протяженности участка, и методом послойной разработки со строгой фиксацией глубины грунтозабора на всей протяженности участка.

5.1.11.1 При способе "копирования поверхности дна" обеспечивается постоянная устойчивая консистенция поступающей в трюм смеси на всем протяжении разрабатываемого участка, указанный способ рекомендуется использовать при неравномерном распределении наносов или разрабатываемого грунта по длине участка.

Для обеспечения движения грунтоприемника по поверхности дна, повторяя рельеф, необходимо использовать пневмогидрокомпенсаторы. Для предотвращения значительных переборов во впадинах необходимо ограничивать величину хода штока вниз с учетом того, что величина опускания грунтоприемника под действием хода штока пневмогидрокомпенсатора равна двойной величине опускания штока.

При равномерном слое разрабатываемого грунта по длине прорези и отсутствии волнения рекомендуется разработку выполнять без использования пневмогидрокомпенсаторов. Это обеспечивает создание горизонтальной поверхности дна после разработки по длине прорези, ограничение величины переборов по глубине.

При значительной неравномерности разрабатываемого слоя работа с фиксированным по глубине положением грунтоприемника приводит к большим колебаниям консистенции смеси в процессе грунтозабора.

5.1.12 Для уменьшения заносимости разработанной прорези просорами, имеющими место в процессе работы самоотвозных землесосов, разработку рекомендуется начинать с береговой (прибрежной) зоны, с мелкой части участка, продвигаясь к более глубокой части прорези.

5.1.13 При наличии неравномерности разрабатываемого слоя по ширине прорези разработка может выполняться слоями, параллельными фактической поверхности дна, или горизонтальными слоями (рисунок 5.1).

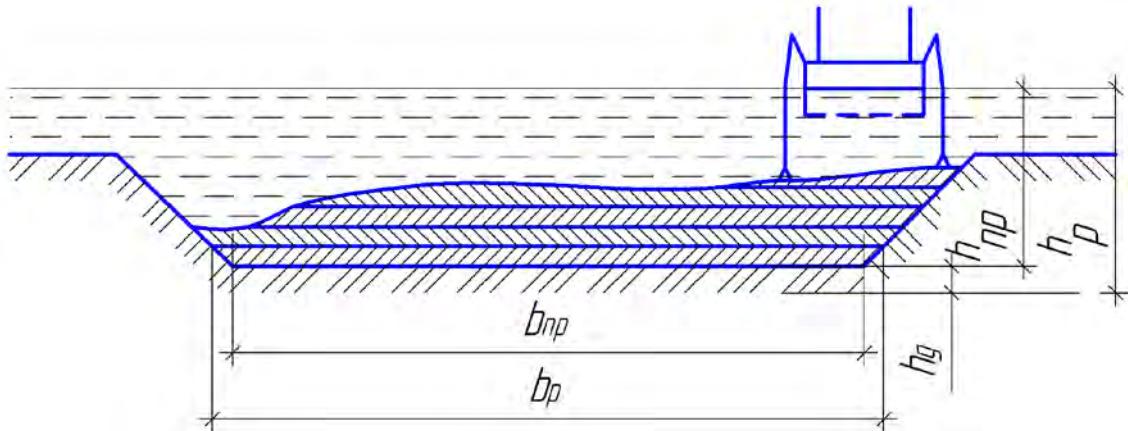


Рис. 5.1 Разработка прорези слоями:

b_p - рабочая ширина прорези, b_{np} - проектная ширина прорези, h_g – допустимый перебор по глубине прорези, h_{np} - проектная глубина прорези, h_p - рабочая глубина прорези

5.1.13.1 При нахождении больших слоев наносов у бровок прорези, в первую очередь, ведутся разработки у бровок.

5.1.13.2 Подрезка бровок прорези при увеличении его ширины может производиться путем создания вдоль существующих бровок траншей с глубинами, превышающими проектную глубину (рисунок 5.2).

Сползающий в траншею грунт с бровок в период формирования откоса забирается периодически самоотвозным землесосом.

Глубина траншеи относительно проектной глубины прорези определяется по формуле:

$$h_{TP} = \frac{\Delta B}{m},$$

где: ΔB - уширение прорези с одной стороны, м;
 m - величина коэффициента естественного откоса грунта.

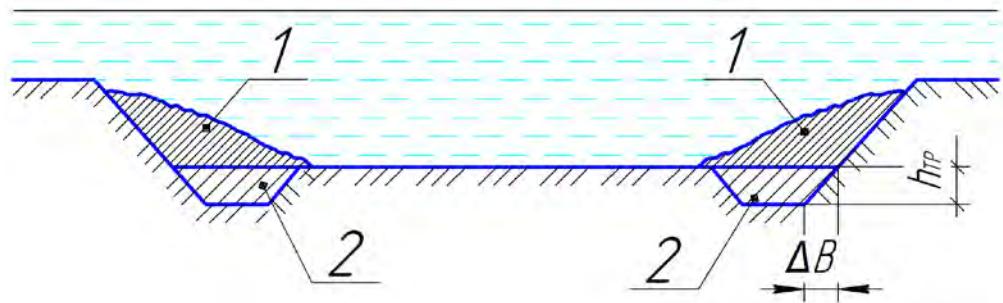


Рис. 5.2 Подрезка бровок прорези:
 h_{TP} – глубина траншеи относительной проектной глубины прорези,
 ΔB - уширение прорези,
1 – наносы, 2 – траншея вдоль бровок

5.1.14 Для предотвращения образования глубоких траншей, затрудняющих выработку прорези до проектной отметки, при разработке грунтов, длительное время удерживающих крутой откос, рекомендуется использовать грунтоприемники с гидропланирующим устройством и чередовать параллельные и диагональные галсы (рисунок 5.3).

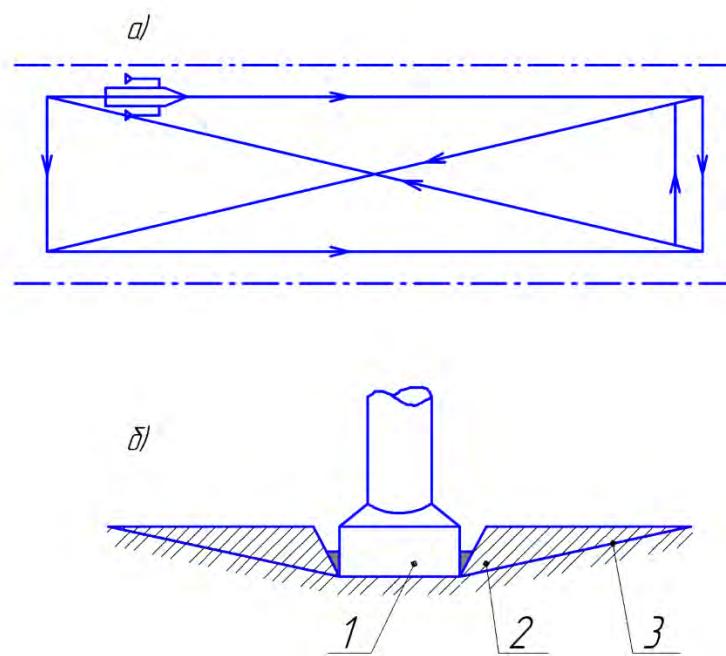


Рис. 5.3 Схема разработки прорези самоотвозным землесосом на грунтах, удерживающих крутой откос: а) – схема движения землесоса; б) – схема размыва крутых откосов гидропланировщиком;

1 – грунтот приемник;
2 – струя гидропланировщика;
3 – размываемый грунт

5.1.15 Длина галсов и их количество определяется длиной участка, продолжительностью погрузки трюма и распределением наносов по длине участка.

При расположении отвала грунта с одного конца участка количество галсов должно быть четным, при расположении отвалов грунта с обоих концов участка количество галсов может быть нечетным.

Общее количество галсов в первом приближении может быть рассчитано по формуле:

$$n = 1,75 \cdot t_{TP}$$

где: t_{TP} - нормативная продолжительность погрузки трюма.

Длина галса разрабатываемого участка может быть определена по формуле:

$$l = 0,6 \cdot V_{CP}$$

где: V_{CP} - скорость землесоса при грунтозаборе, км/с.

5.1.15.1 Если разрабатываемый грунт находится на прорези в виде отдельных пятен, количество галсов увеличивается и может быть определено по формуле:

$$n^* = K_{HEP} \cdot n$$

где: K_{HEP} - коэффициент, учитывающий неравномерность разрабатываемого слоя по длине прорези; рассчитывается как отношение длины участка к сумме длин пятен вдоль одной бровки (рисунок 5.4).

Неравномерность разрабатываемого слоя определяется следующими

коэффициентами:

$$\text{коэффициент неравномерности по верхней бровке} - K'_H = \frac{L_y}{L_1 + L_2 + L_3};$$

$$\text{коэффициент неравномерности по нижней бровке} - K''_H = \frac{L_y}{L_4 + L_5 + L_6};$$

$$\text{средний коэффициент неравномерности по длине участка} - K^C_H = \frac{K'_H + K''_H}{2}.$$

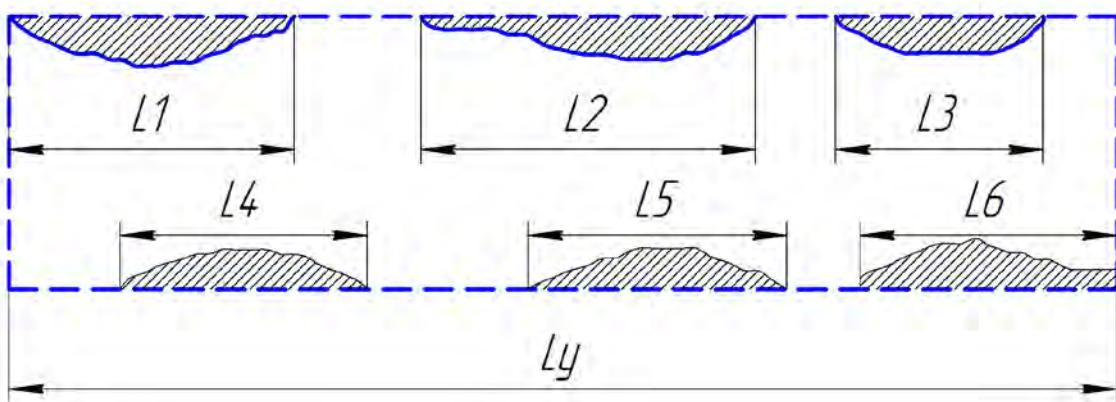


Рис. 5.4 Схема распределения наносов по бровкам прорези (вид сверху):

L1, L2, L3 – длина пятен наносов верхней бровки;

L4, L5, L6 – длина пятен наносов нижней бровки;

Ly – длина участка прорези

5.1.16 Контроль за положением грунтоприемников и глубиной их опускания производится по модели положения всасывающих трубопроводов и индикаторам.

На землесосах, где глубина опускания грунтоприемника определяется по длине вытравленного троса, необходимо учитывать поправку на изменение осадки землесоса, величина которой при бортовых волочащихся грунтоприемниках равна изменению средней осадки землесоса.

При кормовом расположении всасывающего трубопровода величина поправки рассчитывается по формуле:

$$\Delta H_{GP} = -(\Delta H_{CP} \pm 0.6017 \cdot \alpha_d)$$

где: ΔH_{CP} - изменение средней осадки землесоса, м;

α_d - угол дифферента землесоса, принимается знак «+» при дифференте на корму; знак «-» - при дифференте на нос.

5.2. Погрузка грунта в трюм землесосом

5.2.1 Погрузка грунта в трюм землесоса происходит путем накопления частиц частиц грунта из поступающей в трюм смеси.

Количество осевших частиц зависит от среднего диаметра частицы и консистенции поступающей в трюм смеси. Неосевшие частицы уходят в перелив за борт.

5.2.1.1 Погрузку трюма при разработке всех видов грунта рекомендуется начинать при верхнем уровне перелива с последующим снижением уровня перелива по мере накопления грунта в трюме.

5.2.1.2 При разработках илов, суглинков и глин текучей консистенции погрузка трюма производится при верхнем уровне перелива, так как основная масса грунта находится во взвешенном состоянии. Осаждение частиц из-за их малого размера (в среднем 0,08 мм) происходит очень медленно, а турбулентность потока в трюме дополнительно замедляет осаждение частиц.

5.2.1.3 При разработке супесей и пылеватых песков происходит осаждение и накопление осадка в трюме, однако, значительная его часть остается во взвешенном состоянии, поэтому загрузку трюма следует заканчивать при среднем уровне перелива.

5.2.1.4 Мелкие, средней крупности и крупные пески хорошо осаждаются в трюме, для наиболее полного использования грузоподъемности землесоса погрузку трюма при разработке этих грунтов следует заканчивать при нижнем уровне перелива.

5.2.2 Объём погруженного в трюм грунта выражается в объеме в состоянии естественного его залегания и определяется по формуле:

$$W_{ep} = W_{TP} \cdot \frac{\rho_m - \rho_B}{\rho_e - \rho_B},$$

где: W_{TP} - объём груза в трюме, м³; принимается равным вместимости трюма при уровне перелива, на котором была закончена погрузка трюма;

ρ_m - плотность груза в трюме, т/м³; определяется как отношение приращения водоизмещения землесоса до и после погрузки к объёму груза;

ρ_B - плотность воды, т/м³;

ρ_e - плотность грунта в естественном залегании.

Для обеспечения равномерной загрузки трюма погрузку необходимо производить через все лотки разливного устройства.

5.2.3 Под нормой загрузки трюма следует понимать объём грунта в состоянии естественного залегания, погруженного в трюм, при котором максимально или полностью используется грузоподъёмность землесоса.

Для достижения этого условия окончание погрузки трюма должно производиться при условиях перелива, указанных в табл. 5.7.

Таблица 5.7

Уровни перелива

Наименование разрабатываемого грунта	Уровень перелива, при котором заканчивается погрузка трюма
Илы, суглинки и глины текучие	Верхний
Супеси, пылеватые пески	Средний
Пески мелкие, средней крупности, крупные, гравилистые, гравий, галька, ракушечниковые	Нижний

5.2.4 Расчетная норма загрузки трюма определяется по формуле:

для илов, суглинков и глин текучих:

$$W^H = \frac{0,2 \cdot W_{TP}^B}{\rho_e - \rho_B},$$

где: W_{TP}^B - максимальная вместимость трюма на верхнем уровне перелива, м³;

для супесей, пылеватых песков:

$$W^H = \frac{0,4 \cdot W_{TP}^C}{\rho_e - \rho_B}$$

где: W_{TP}^C - вместимость трюма при среднем уровне перелива, м³;

для песков мелких, средней крупности, крупных, гравилических, гравия, гальки, ракушечниковых:

$$W^H = \frac{K_{TP} \cdot W_{TP}^H}{\rho_e - \rho_B},$$

где: W_{TP}^H - вместимость трюма на нижнем уровне перелива;

K_{TP} - коэффициент использования вместимости трюма, который равен:

для крупных и гравилических песков, гравия, гальки и ракушечниковых грунтов

$K_{TP} = 1,03$;

для песков средней крупности $K_{TP} = 0,95$;

для мелких песков $K_{TP} = 0,9$.

5.2.4.1 У землесосов с плавной регулировкой уровня перелива при расчете нормы загрузки трюма для супесей и пылеватых песков вместимость трюма следует принимать равной 0,9 максимальной вместимости на верхнем уровне перелива.

5.3. Продолжительность грунтозабора

5.3.1 Расчетная продолжительность грунтозабора при равномерном разрабатываемом слое по длине прорези рассчитывается по формуле:

$$t_{ep} = \frac{W^H}{Q_{CM} \cdot C_o \cdot K_a} \cdot \frac{\rho_e - \rho_B}{\rho_o - \rho_B},$$

где: W^H - норма загрузки трюма, м³;

Q_{CM} - расход грунтовых насосов по смеси, м³/ч, рассчитываемый по формуле:

$$Q_{CM} = Q_B \cdot (1 - 2,5 \cdot C_o),$$

где: Q_B - расход грунтовых насосов по воде, м³/ч;

C_o - действительная объёмная консистенция смеси, рассчитываемая по формуле:

$$C_o = \frac{\rho_{CM} - \rho_B}{\rho_o - \rho_B},$$

где: ρ_{CM} - плотность смеси, т/м³;

ρ_B - плотность воды, т/м³;

ρ_o - удельная плотность грунта, т/м³;

K_a - коэффициент, учитывающий аккумуляцию грунта в трюме;

ρ_e - плотность грунта в естественном состоянии, т/м³.

5.3.1.1 Средние значения консистенций смеси, принимаемые при расчете продолжительности погрузки трюма, приведены в Приложении 2.

Значения коэффициентов аккумуляции для разных видов грунтов приведены в табл. 5.8.

Таблица 5.8

Значения коэффициентов аккумуляции грунтов

Наименование грунтов	Коэффициент аккумуляции
Глины, суглинки текучие, илы	0,15 – 0,20
Супеси и пески пылеватые	0,30 – 0,40
Пески мелкие, илы с ракушей	0,40 – 0,60
Пески средней крупности	0,60 – 0,75
Пески крупные	0,75 – 0,85
Пески гравийлистые, гравий, гальки	0,85 – 0,95

5.3.2 Для достижения расчетной продолжительности погрузки трюма необходимо в течение всей погрузки и особенно в конце погрузки поддерживать максимальную для данных грунтов консистенцию смеси. Необходимо учитывать, что при снижении консистенции смеси, поступающей в трюм, увеличиваются расходы грунтовых насосов, что приводит к размыву осевшего грунта.

Для предотвращения размыва грунта в трюме обедненную смесь необходимо сбрасывать за борт, используя существующую автоматику.

5.3.2.1 Система автоматическогоброса обедненной смеси за борт должна срабатывать при плотности смеси менее 1,05 т/куб. м (действительная объемная консистенция равна 0,04).

5.3.2.2 При разработке плотных супесей, пылеватых и мелких песков необходимо использовать гидроразрыхлитель, при наличии двух комплектов сопел необходимо установить сопла с большим диаметром отверстия.

5.3.2.3 Скорость движения землесоса при использовании гидроразрыхлителя должна быть снижена по сравнению с рекомендуемой, приведенной в табл. 13, на 20 - 25%.

5.3.2.4 При отсутствии системы гидроразрыхления, а также и при ее наличии, рекомендуется на решетку поворотной части грунтоприемника устанавливать плунжерные рыхлители.

5.3.2.5 При использовании эжекционных устройств в грунтоприемниках расход воды на эжектор должен быть в пределах 30% от расхода грунтового насоса по смеси.

5.3.3 При значительной неравномерности разрабатываемого слоя по длине участка (разрабатываемый грунт расположен в виде отдельных бугров) продолжительность погрузки трюма определяется по формуле:

$$t_n = K_H \cdot t_{GP} ,$$

где: K_H - коэффициент, учитывающий неравномерность распределения разрабатываемого слоя по длине прорези, рассчитываемый по формуле:

$$K_H = \frac{l_y}{\sum l_i} ,$$

где: l_y - общая протяженность разрабатываемого участка, км;

$\sum l_i$ - сумма длин разрабатываемых бугров вдоль одной бровки, км.

5.3.4 При разработке одним грунтоприемником (подрезка бровок) продолжительность погрузки трюма определяется по формуле:

$$t_n = 1,8 \cdot t_n$$

Для повышения консистенции смеси грунтовые насосы рекомендуется перевести на последовательную работу.

5.4. Погрузка грунта в трюм при добывче нерудных материалов

5.4.1 К строительным материалам предъявляются определенные требования по содержанию мелких глинистых частиц. Для уменьшения содержания глинистых частиц в погруженном в трюм грунте применяется следующий способ:

- забор грунта производится одним грунтоприемником;
- второй насос переключается для забора грунта из трюма и подачи его в трюм;
- после заполнения трюма до уровня перелива включается грунтовый насос, забирающий грунт из трюма;
- после полной загрузки трюма грунтом второй насос также переключается для забора грунта из трюма.

5.4.2 Продолжительность погрузки трюма с перемывом грунта определяется по формуле:

$$t_{\Pi}^H = 2,0 \cdot t_n$$

Продолжительность перемыва грунта двумя насосами определяется по формуле:

$$t_{\text{ПЕР}} = \frac{5 \cdot W^H}{Q_B} \cdot n_{\text{ПЕР}},$$

где: W^H - норма загрузки, $\text{м}^3/\text{ч}$;

Q_B - расход грунтового насоса по воде, м^3 ;

$n_{\text{ПЕР}}$ - количество перемывок грунта.

5.5. Объём грунта, ушедшего в перелив и унос его течением

5.5.1 Накопление грунта в трюме, по данным лабораторных исследований и некоторой части натурных наблюдений, в течение погрузки трюма происходит неравномерно. Процесс накопления грунта в трюме после начала перелива и до полной загрузки трюма следует считать линейным по времени.

Объём грунта, ушедшего в перелив, рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{ПЕР}} = \frac{W^H}{K_a} \cdot (1 - K_a),$$

где: W^H - норма загрузки трюма, м^3 ;

K_a - коэффициент, учитывающий аккумуляцию грунта в трюме, м^3 .

5.5.2 Гранулометрический состав грунта, ушедшего в перелив в осветленной смеси, зависит от гранулометрического состава разрабатываемого грунта. В осветленной смеси с переливом в основном уходят мелкие частицы.

5.5.3 При ступенчатой системе регулировки уровня перелива осветленная смесь из окон перелива выходит горизонтально на уровне поверхности моря, растекаясь по поверхности и погружаясь под действием гравитационных сил, образуя шлейф мутности.

Большая часть шлейфа попадает в кильватерную струю, где: происходит перемешивание шлейфа с кильватерной струей по всей ее толще. После разрушения вихревых потоков кильватерной струи начинается осаждение частиц грунта.

При наличии дрейфовых или постоянных течений происходит дрейф шлейфа мутности. Дальность уноса частицы определяется зависимостью:

$$D_y = \frac{H \cdot V_m}{\omega},$$

где: H - глубина осаждения частицы, м ;

V_m - скорость течения, $\text{м}/\text{с}$;

ω - гидравлическая крупность частицы, $\text{м}/\text{с}$.

5.5.4 Коэффициент, учитывающий снижение мутности в шлейфе от выпадения частиц на прорези, рассчитывается по формуле:

$$K_s = 1 - \frac{B \cdot \omega_{cp}}{H_o \cdot V_m \cdot \sin \varphi},$$

где: B - ширина разрабатываемой прорези, м ;

ω_{cp} - средняя гидравлическая крупность грунта, ушедшего в перелив, $\text{м}/\text{с}$;

H_o - забровочная глубина, м ;

V_m - скорость течения, $\text{м}/\text{с}$;

φ - угол между направлением течения и осью разрабатываемой прорези, рад (град).

5.5.5 Объём грунта, ушедшего в перелив и унесенного течением за пределы прорези, рассчитывается по формуле:

$$V_{yHOC} = \left(1 - \frac{B \cdot \omega_{cp}}{H_o \cdot V_m \cdot \sin \varphi}\right) \cdot \frac{W^H}{K_a} \cdot \left(1 - K_a\right) \cdot \left(1 - \frac{H_o}{H}\right),$$

где: H - глубина разработки, м.

5.5.6 Коэффициент уноса грунта течением определяется как отношение унесенного течением за пределы прорези грунта, ушедшего в перелив, к норме загрузки трюма:

$$K_y = \left(1 - \frac{B \cdot \omega_{cp}}{H_o \cdot V_m \cdot \sin \varphi}\right) \cdot \left(1 - \frac{H_o}{H}\right) \cdot \left(1 - \frac{1 - K_a}{K_a}\right)$$

5.5.7 Мутность определяется по формуле:

$$S_C = \frac{M_{CM}}{V_{CM}},$$

где: M_{CM} - масса смеси, т;

V_{CM} - объём смеси, м³.

5.5.8 Начальная мутность шлейфа мутности после перемешивания кильватерной струей рассчитывается по формуле:

$$S_o = \left(\frac{W^H \cdot \rho_e}{B_3 \cdot T_3 \cdot V_{TP} \cdot t_{TP}}\right) \cdot \left(\frac{1 - K_a}{K_a}\right),$$

где: W^H - норма загрузки трюма, т;

ρ_e - плотность грунта в естественном состоянии, т/м³;

B_3 - ширина корпуса землесоса, м;

T_3 - осадка землесоса в грузу, м;

V_{TP} - скорость движения при грунтозаборе, м/ч;

K_a - коэффициент, учитывающий аккумуляцию грунта в трюме;

t_{TP} - продолжительность грунтозабора, ч.

5.5.9 Мутность шлейфа за пределами прорези рассчитывается по формуле:

$$S_Y = K_S \cdot S_o = \left(1 - \frac{B \cdot \omega_{cp}}{H_o \cdot V_m \cdot \sin\varphi}\right) \cdot \left(1 - \frac{H_o}{H}\right) \cdot \left(1 - \frac{1 - K_a}{K_a}\right) \cdot \left(\frac{W^H \cdot \rho_e}{B_3 \cdot T_3 \cdot V_{TP} \cdot t_{TP}}\right),$$

где: H - глубина разрабатываемой прорези, м.

5.5.10 Расчетная длина зоны осаждения частиц по направлению течения от бровки прорези рассчитывается по формуле:

$$l_{oc} = \frac{H_o \cdot V_m}{\omega_{cp}} - \frac{B}{\sin\varphi}$$

5.5.11 Максимальная дальность сноса частиц грунта шлейфа мутности течением рассчитывается по формуле:

$$D_{\max} = \frac{H_o \cdot V_m}{\omega_{\min}} - \frac{B}{\sin\varphi},$$

где: ω_{\min} - гидравлическая крупность наименьшей частицы грунта, ушедшего в отлив.

5.5.12 Фактическая дальность осаждения шлейфа мутности может быть значительно меньше расчетной по следующим причинам: скорости течения в придонных слоях могут быть значительно меньше, чем на поверхности.

Направление течения в поверхностных и глубинных слоях может иметь разное направление вплоть до противоположного.

В таблице 5.9 приведены средние диаметры частиц грунта, ушедшего в перелив, и гидравлическая их крупность.

Таблица 5.9

Гидравлическая крупность ω_{cp} , м/с

Гранулометрический класс грунта	Средний диаметр частиц, мм	Температура воды, град. °C			
		5	10	15	20
III _k	0,25	0,0211	0,0227	0,02436	0,02602
III _{pc}	0,15	0,0099	0,01150	0,01325	0,014990
III _m	0,08	0,0028	0,00328	0,00377	0,004240
III _u	0,05	0,0011	0,00123	0,00144	0,001500
IV-VI	0,005	0,00002	0,000025	0,000028	0,000032

5.5.13 При наличии течений величина унесенного за пределы прорези грунта находится в тех же пределах, что и у землесосов со ступенчатой системой перелива.

5.6. Работа грунтонасосного агрегата

5.6.1 В состав грунтонасосного агрегата входят:

- грунтовые насосы с приводом;
- насос промывки сальников;
- насос гидроразрыхлительного устройства;
- трубопроводы, соединяющие грунтовые насосы друг с другом, с бортовыми грунтот приемными устройствами, с разливным лотком, с корпусным напорным трубопроводом для рефулирования грунта по подвесному или береговому грунтот проводам, с трюмом для забора грунта из трюма при рефулировании;
- система клинкетов, установленных на трубопроводах, позволяет обеспечивать как параллельную, так и последовательную работу грунтовых насосов.

5.6.2 Грунтовые насосы на самоотвозных землесосах установлены ниже ватерлинии и поэтому работают с подпором, близким к осадке землесоса.

Перед запуском грунтового насоса при разработке грунта на прорези опускаются бортовые грунтозаборные трубы под воду до посадки цапф на штатное место, запускается насос прокачки сальников, напорный грунтот провод переключается на сброс за борт.

Включается привод грунтового насоса и плавно с выдержкой для входа в режим увеличивается частота вращения рабочего колеса насоса до номинальной.

5.6.3 Контроль за работой грунтового насоса осуществляется по приборам на пульте:

- вольтметру;
- амперметру;
- вакуумметру;

- манометру;
 - тахометру, расходомеру и консистометру и выбрасываемой из трубы сбросного устройства воды,
- или с использованием системы автоматизации работы земснаряда.

5.6.4 При работе на воде нормальная работа грунтонасосного агрегата характеризуется:

- показанием вольтметра - в пределах номинального;
- показанием амперметра - меньше номинального;
- показанием вакуумметра - плюсовое значение, близкое к нулю;
- показанием манометра - в пределах 10 - 12 м;
- показанием расходомера - в пределах номинального паспортного расхода (максимальный);
- показанием консистометра - нулевое значение.

После установления устойчивого режима работы грунтового насоса включается насос гидроразрыхлителя, нормальная работа которого контролируется по показанию манометра (6 - 8 кгс/кв. см, 0,6 - 0,8 МПа).

5.6.5 Всасывающие трубопроводы с грунтоприемником опускаются на грунт.

При работе на смеси показания расходомера уменьшаются, возрастают показания консистометра, манометра и вакуумметра. По мере заполнения трюма смесью показания вакуумметра могут несколько снижаться.

В процессе грунтозабора необходимо следить, чтобы показания вакуумметра не повышались до величины 5 м, а показания расходомера не снижались ниже 0,5 номинального расхода насоса на воде.

5.6.6 Удержание устойчивого режима работы грунтонасосного агрегата производится путем регулировки подачи воды в грунтоприемник через предохранительный клапан срыва вакуума, а также путем регулировки заглубления грунтоприемника в грунт.

5.6.7 При разработке грунтов с наличием включений в виде камней и валунов возможны случаи забоя решетки грунтоприемника камнями, что характеризуется снижением показаний расходомера, манометра, при снижении показаний консистометра и увеличении показаний вакуумметра также увеличивается частота вращения рабочего колеса грунтового насоса.

Необходимо приподнять грунтоприемник над грунтом и, если ничего не меняется, остановить, а затем запустить грунтовый насос. Если после этого также ничего не изменилось, необходимо поднять грунтоприемник на палубу и очистить решетку от камней.

5.6.8 При рефулировании грунта из трюма землесоса за борт открываются кормовые кингстоны, насосы переключаются для приема грунта из трюма и вводятся в режим, напорный трубопровод переключается на сброс за борт.

При наличии системы бортовых каналов забор грунта из трюма производится путем постепенного приоткрытия разгрузочных дверец, бортовых каналов.

При центральной системе забора грунта из трюма забор грунта производится одним грунтовым насосом, для этого открывается кормовой кингстон, насос переключается на прием из трюма и вводится в режим. Забор грунта из трюма производится через боковые патрубки путем приоткрытия задвижек.

5.6.9 При рефулировании на берег по напорному грунтопроводу корпусный грунтопровод подключается к береговому при помощи стыковочного устройства.

Грунтовые насосы, если предусмотрено схемой, переключаются на последовательную работу.

С помощью клинкетов на всасывающем грунтопроводе прием грунта насосом переключается на трюм.

Открывается кормовой кингстон, и запускаются насосы. Первым запускается насос, который производит забор грунта из трюма.

После установления номинального режима работы насосов на воде

производится забор грунта из трюма путем приоткрытия разгрузочных дверец на бортовых каналах или клинкетов боковых патрубков при центральной системе разгрузки.

5.6.10 Разгрузка трюма начинается с первых (носовых) отсеков, при бортовой системе разгрузки забор грунта производится поочередно с одного и другого борта.

При центральной системе разгрузки забор грунта производится одновременно с обоих бортов.

После разгрузки первой секции разгрузочные дверцы первой секции закрываются, а в следующей секции приоткрываются, также приоткрываются днищевые дверцы в первой секции для подачи воды в трюм, улучшающей процесс размыва грунта в трюме.

Если на кормовом кингстоне степень открытия заслонки регулируется, то после приоткрытия днищевых дверец рекомендуется несколько прикрыть заслонку на кингстоне.

Необходимо учитывать, что при очень высокой консистенции смеси, поступающей из трюма, возможно образование "мертвого" слоя в разгрузочных каналах или центральной трубе и даже забой.

5.6.11 Контроль работы грунтовых насосов осуществляется по показаниям проборов: манометров, вакуумметров, расходомеров и консистометров.

Нормальная работа агрегата характеризуется следующими показателями:

- показания манометра при работе на смеси должны быть выше показаний при работе на воде в пределах 10 - 15%;
- показания расходомера при работе на смеси должны быть ниже показаний на воде в пределах 15 - 20%;
- показания вакуумметра насоса, забирающего грунт из трюма, должны быть близкими к нулю или положительными;
- показания вакуумметра второго насоса, работающего на рефулирование, должны быть только положительными.

5.6.12 После завершения разгрузки трюма необходимо промыть весь трубопровод водой в течение 10 - 15 мин. (0,25 ч).

5.6.13 При рефулировании на берег необходимо:

- оборудовать рефуллерную станцию на причальном устройстве;
- произвести контрольную швартовку землесоса к рефуллерной станции и стыковку корпусного трубопровода к береговому трубопроводу;
- произвести маркировку на швартовых тросах (на носовом и кормовом шпрингах).

5.6.14 Станция рефулирования должна устанавливаться согласно схеме швартовки землесоса и расположению поворотного стыковочного устройства землесоса так, чтобы швартовка к ней груженого землесоса осуществлялась по ходу без предварительного разворота.

5.6.15 Магистральный грунтопровод рекомендуется прокладывать с уклоном в сторону карты намыва или сифоном для уменьшения количества сбрасываемой воды через грунтовый насос после окончания разгрузки трюма.

5.6.16 При большой высоте рефулирования для сброса воды с трубопровода необходимо на станции рефулирования на магистральном трубопроводе установить клинкет и патрубок с клинкетом.

После окончания промывки трубопровода, магистральный трубопровод перекрывается клинкетом, а спуск воды с трубопровода производится через боковой патрубок с задвижкой.

5.6.17 Для уменьшения потерь напора в береговом грунтопроводе магистральный грунтопровод, соединяющий станцию рефулирования с картой намыва, рекомендуется прокладывать прямолинейно по кратчайшему расстоянию.

5.6.18 При неизбежности установки на магистральном трубопроводе поворотных колен радиус поворота колена должен быть не менее четырех радиусов трубопровода.

5.6.19 Потери напора в напорном грунтопроводе рассчитываются по формуле:

$$H_{IP} = J_{CM} \cdot l_{IP},$$

где: J_{CM} - удельные потери напора в грунтопроводе;

l_{IP} - приведенная длина напорного грунтопровода, м, рассчитываемая по формуле:

$$l_{IP} = l_\sigma + \Delta l_1 + \Delta l_2,$$

где: l_σ - длина берегового грунтопровода, измеряемая от стыковочного устройства на станции рефулирования до выкидного патрубка на карте намыва, м;

Δl_1 - эквивалентная длина грунтопровода от местных потерь рассчитывается по формуле:

$$\Delta l_1 = \frac{0,08 \cdot \sum \xi \cdot Q_{CM}^2}{J_{CM} \cdot D^4},$$

где: $\sum \xi$ - сумма коэффициентов местных потерь;

Q_{CM}^2 - подача грунтовых насосов по смеси, m^3/c ;

D - диаметр грунтопровода, м;

J_{CM} - удельные потери напора грунтопровода;

Δl_2 - эквивалентная длина грунтопровода на высоту рефулирования, м, рассчитывается по формуле:

$$\Delta l_2 = \frac{H_{PE\phi} \cdot \rho_{CM}}{J_{CM} \cdot \rho_B},$$

где: $H_{PE\phi}$ - высота рефулирования, измеряется от уровня воды в море до центра выкидного патрубка, м;

ρ_{CM} - плотность смеси, t/m^3 ;

ρ_B - плотность воды, t/m^3 .

5.7. Производственные показатели работы

5.7.1 Производственные показатели самоотвозного землесоса:

- часовая производительность;
- коэффициент использования рабочего периода;
- суточная выработка.

5.7.2 Производительность самоотвозного землесоса рассчитывается по формуле:

$$q = \frac{W^H \cdot K_y}{t_{\Pi}},$$

где: W^H - норма загрузки трюма, м³;

K_y - коэффициент, учитывающий унос течения грунта, ушедшего в перелив;

t_{Π} - продолжительность цикла работы землесоса, ч, рассчитывается по формуле:

$$t_{\Pi} = t_{\Pi} + t_X + t_{PA3},$$

где: t_{Π} - продолжительность погрузки, в состав которой входит продолжительность грунтозабора и продолжительность разворотов при смене галсов, ч:

$$t_{\Pi} = t_{GP} + t_{PA3B}$$

t_{PA3B} - продолжительность разворотов при смене галсов, рассчитывается по формуле:

$$t_{PA3B} = (n_{GA\Pi} - 1) \cdot t_{PA3B}^H$$

$n_{GA\Pi}$ - количество галсов, совершаемых землесосом за период полной погрузки трюма;

t_{PA3B}^H - нормативная продолжительность одного разворота, ч;

t_X - продолжительность хода на отвал и возвращение к месту работы, ч;

t_{PA3} - продолжительность разгрузки трюма, ч.

За счет разворотов учитывается коэффициентом, приведенным в табл. 5.10 и рассчитанным по формуле:

$$K_L = 1 + \frac{t_{PA3B}}{t_{TP}} ,$$

где: t_{PA3B} - суммарная продолжительность разворотов при смене галсов, ч;

t_{TP} - суммарная продолжительность грунтозабора, ч.

Таблица 5.10

Коэффициент, учитывающий увеличение продолжительности погрузки трюма за счет разворотов при смене галсов

Вместимость трюма землесоса, м ³	Длина разрабатываемого участка, м			
	1000	2000	3000	4000
Менее 1000	1,30	1,15	1,10	1,08
1001 – 2500	1,40	1,20	1,13	1,10
2501 – 6000	1,60	1,30	1,20	1,15

5.7.2.4 При разворотах с пробежкой к местам разворотов продолжительность разворота рассчитывается по формуле:

$$t_{PA3B} = 0,2 \cdot S + t_{PA3B}^H ,$$

где S - дальность пробежки к месту разворота, км;

t_{PA3B}^H - продолжительность разворота на 180 градусов, ч.

Средние продолжительности одного разворота приведены в табл. 5.11.

5.7.2.5 Продолжительность хода к месту отвала грунта и возвращение к месту работы при удалении отвала грунта от места работы более 5 км рассчитывается по формуле:

$$t_X = S \cdot t_X^H \cdot K_V ,$$

где: S - дальность транспортировки грунта на отвал, км;

t_X^H - норма времени на 1 километр отвозки грунта на отвал и возвращение к месту работы, ч;

K_V - коэффициент, учитывающий ограничения скорости движения землесоса на отдельных участках трассы.

Таблица 5.11

Средняя продолжительность разворота землесоса

Вместимость трюма землесоса, м ³	Продолжительность разворота, ч
Менее 1000	0,08
1001 – 2500	0,10
2501 – 6000	0,15
Более 6000	0,18

При дальности транспортировки грунта на отвал менее 5 км, продолжительность отвозки рассчитывается по формуле:

$$t_X = S \cdot t_X^H \cdot K_V + 0,3$$

где: 0,3 - продолжительность подъема и укладки по-походному всасывающих грунтопроводов и их спуска при выходе на участок работ, ч.

При береговом отвале грунта в продолжительность хода на отвал необходимо включить продолжительность швартовки к причальному сооружению и разворотов при подходе и отходе.

5.7.2.6 Коэффициент, учитывающий ограничение скорости движения землесоса на отдельных участках трассы, рассчитывается по формуле:

$$K_V = \frac{S \cdot V_{CP}}{\sum S_i \cdot V_i},$$

где: S - дальность транспортировки грунта на отвал, км;

V_{CP} - средняя транспортная скорость землесоса, км/ч (узл);

S_i - длина участка трассы с ограниченной скоростью движения, км;

V_i - допустимая скорость движения на участке трассы, км/ч (узл).

Примечание: Общая сумма « S_i » должна быть равна « S ». В расчет также включаются участки, где: ограничений по скорости движения землесоса нет.

5.7.2.7 Норма времени на 1 км отвозки грунта на отвал и возвращения к месту работы рассчитывается по формуле:

$$t_X^H = \frac{2}{V_{CP} \cdot K_{PT} \cdot K_3},$$

где: V_{CP} - средняя паспортная скорость движения землесоса, км/ч;

K_{PT} - коэффициент, учитывающий задержки в пути, выбирается по таблице 4.2 Стандарта;

K_3 - коэффициент, учитывающий разгон и торможение землесоса, выбирается из таблицы 4.1 Стандарта.

5.7.2.8 Разгрузка трюма землесоса на подводном отвале с неограниченной вместимостью производится через днищевые дверцы или цилиндрические отверстия в дрейфе путем открытия дверец или затворов. Для ускорения процесса разгрузки грунтовыми насосами в трюм подается вода.

На отвалах с ограниченной вместимостью, когда возможно касание дна створками дверей при их открытии, производится частичная или полная разгрузка трюма путем рефулирования, рассеивая грунт по акватории отвала на малом ходу землесоса.

Средняя продолжительность разгрузки трюма на глубоководных отвалах с неограниченной вместимостью приведена в табл. 5.12.

Таблица 5.12
Средняя продолжительность разгрузки трюма на глубоководных отвалах с неограниченной вместимостью

Вместимость трюма землесоса, м ³	Продолжительность разгрузки грунтов установленного гранулометрического класса, ч	
	(IV-VI), IV, V, III _G	Остальные классы
600 - 2500	0,15	0,10
2501 - 7000	0,20	0,15
Более 7000	0,30	0,25

Продолжительность разгрузки трюма путем рефулирования на подводный отвал определяется по формуле:

$$t_{PA3}^H = \frac{4 \cdot W^H}{Q_B} ,$$

где: W^H - норма загрузки трюма, м³;

Q_B - расход грунтового насоса по воде, м³/ч.

5.7.2.9 При разгрузке трюма на береговой отвал путем рефулирования из трюма по подвесному напорному грунтопроводу с коническим насадком грунтовые насосы переключаются на последовательную работу. Продолжительность разгрузки трюма рассчитывается по формуле:

$$t_{PA3} = \frac{10 \cdot W^H}{Q_B}$$

5.7.2.10 При разгрузке трюма путем рефулирования по напорному грунтопроводу на береговой отвал в продолжительность разгрузки трюма входят:

- стыковка и расстыковка корпусного грунтопровода с береговым грунтопроводом;
- разгрузка трюма путем рефулирования;
- промывка трубопровода после окончания разгрузки трюма.

5.7.3 Коэффициентом использования рабочего периода самоотвозного землесоса вычисляется по формуле:

$$K_{BP} = \frac{t_p}{T_K - t_{\Pi}} ,$$

где: t_p - продолжительность работы самоотвозного землесоса, ч;

T_K - календарный период пребывания землесоса на участке работ, ч;

t_{Π} - простои землесоса, ч.

5.7.4 В состав производственных остановок самоотвозного землесоса входят:

- осмотр, смазка механизмов и смена изношенных деталей;
- пополнение запасов воды и топлива;
- сдача мусора и подсланевых вод;
- очистка специальных устройств от предметов захламления;
- пропуск судов;
- простои по гидрометеорологическим условиям.

В состав простоев самоотвозного землесоса входят:

- запреты на производство работ;
- ликвидация последствий аварий и аварийных происшествий;
- простои из-за отсутствия топлива;
- материально - техническое снабжение;
- не укомплектованность экипажа.

Простои землесоса учитываются отдельно и не включаются при расчете коэффициента использования рабочего периода.

5.7.5 Суточная выработка самоотвозного землесоса рассчитывается по формуле:

$$Q_C = 24 \cdot q \cdot K_{BP} ,$$

где: 24 – продолжительность суток, ч;

q - часовая производительность самоотвозного землесоса, $\text{м}^3/\text{ч}$;

K_{BP} - коэффициент использования рабочего периода.

6 Рефулёрные землесосы. Технология работы и производственные показатели

6.1 Технология работы рефулерных землесосов

6.1.1 В состав рефулерных землесосов входят:

- самоходные рефулерные землесосы с подвесным рефулерным трубопроводом;
- якорные рефулерные землесосы, транспортирующие грунт по плавучему и береговому грунтопроводам.

6.1.2 Самоходный рефулерный землесос разрабатывает грунт, двигаясь вдоль прорези, волочащимися грунтоприемниками и рефулирует его по поворотному подвесному трубопроводу, на концах которого установлен конический насадок.

Длина подвесного грунтопровода в среднем составляет 50 м, при наличии конического насадка дальность выброса пульпы – 70 - 80 м.

6.1.2.1 Разработка прорези ведется продольными галсами. Ширина разрабатываемой прорези устанавливается по минимальному удалению отвала грунта от бровки прорези и рассчитывается по формуле:

$$B = D_{MAX} - D_{MIN},$$

где D_{MAX} - максимальная дальность полета струи, м;

D_{MIN} - минимальное расстояние от оси отвала до бровки прорези, м.

6.1.2.2 Процесс грунтозабора идентичен процессу грунтозабора самоотвозного землесоса.

6.1.3 Якорные папильонажные землесосы разработку прорези выполняют, перемещаясь на тросах по ширине прорези от бровки до бровки и продвигаясь вперед после каждого поперечного прохода прорези.

6.1.3.1 При наличии свайного устройства перемещение по ширине прорези производится веерным способом.

При расположении свайного устройства в диаметральной плоскости (напорный свайный ход) перемещение землесоса вперед определяется величиной

продвижения главной сваи относительно корпуса землесоса, при этом радиус качания земснаряда увеличивается с продвижением сваи в корму. При выборе всего свайного хода производится перезаколка сваи, для чего землесос устанавливается по оси прорези, закалывается вспомогательная свая, главная свая поднимается и на тележке перемещается в начало прорези. Главная свая закалывается, вспомогательная свая поднимается и процесс разработки грунта продолжается.

6.1.3.2 Максимальная ширина разрабатываемой прорези землесоса с напорным свайным ходом должна быть не более:

$$b_{MAX} \leq 1,40 \cdot R_{MIN},$$

где R_{MIN} - минимальный радиус качания землесоса, определяемый по формуле:

$$R_{MIN} = l_K + \sqrt{(l_P + l_\phi)^2 - H_r^2},$$

где l_K - расстояние между осью главной сваи при ее нахождении в носовой части прорези и цапфами подвеса рамы, м;

l_P - длина рамы, м;

l_ϕ - длина фрезы, м;

H_r - глубина разработки, м.

6.1.3.3 Землесос устанавливается на свае и двух якорях на оси прорези.

Папильонажные якоря завозятся перпендикулярно оси прорези при угле поворота землесоса для выхода на бровку более 30° и с опережением на 5...10 градусов при угле поворота менее 30 градусов.

6.1.3.4 Перекладка рабочих якорей производится, если углы отставания тросов при положении землесоса на оси прорези будут составлять 60 градусов.

6.1.3.5 От точности установки землесоса на прорези зависит точность выхода на рабочие бровки, поэтому для ориентации землесоса на прорези должны быть выставлены осевые створы с боковым отклонением меньше допустимого перебора по ширине прорези.

В период перезаколок необходимо осуществлять постоянный контроль и

корректировку положения землесоса на прорези. Проходка землесоса определяется по количеству перезаколок главной сваи. Схема установки землесоса на прорези и его перемещения приведена на рисунке. 6.1.

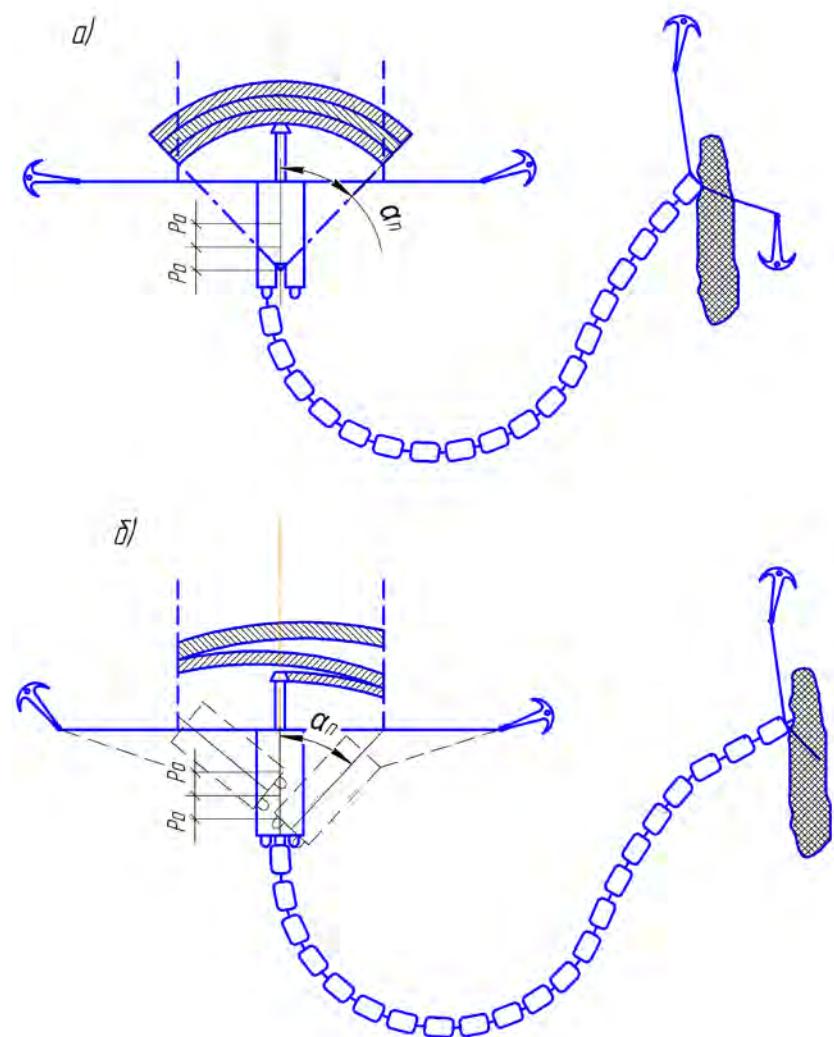


Рис. 6.1

а) – земснаряд с напорным свайным ходом;

б) – земснаряд с шагающим свайным ходом;

α_n – угол разворота земснаряда при выходе на бровку;

P_0 – перемещение земснаряда вперед

6.1.4 При расположении свай в плоскости, перпендикулярной диаметральной плоскости землесоса, перемещение землесоса вдоль прорези осуществляется путем поочередной перезаколки свай при нахождении земснаряда на бровке (методом шагания на сваях).

Величина подачи землесоса вперед за один шаг рассчитывается по формуле:

$$P_0 = b \cdot \sin \alpha_n$$

где b - база свай (расстояние между осями свай), м;

α_n - угол поворота землесоса от оси к бровке, град.

При шагающем свайном ходе возможны образования у бровок неразработанных клиньев, ширина которых на бровке определяется зависимостью:

$$\Delta b_k = P_0 - l_\phi,$$

где l_ϕ - длина фрезы.

Для предотвращения пропусков на бровках угол разворота землесоса при выходе на бровку должен быть не более рассчитанного по формуле:

$$\alpha_n = \arcsin \frac{l_\phi}{b}$$

Ширина разрабатываемой прорези будет составлять величину, рассчитанную по формуле:

$$b_p = 2 \cdot R_K \cdot \frac{l_\phi}{b},$$

где R_K - радиус качания землесоса на свае, вычисляемый по формуле:

$$R_{MIN} = l_K + \sqrt{(l_P + l_\phi)^2 - H_r^2} ,$$

где l_K - расстояние от оси свай до оси цапф подвески рамы, м;

l_P - длина рамы, м;

l_ϕ - длина фрезы, м;

H_r - глубина разработки, м.

6.1.5 Авантово - папильонажные землесосы могут перемещаться по ширине прорези параллельно оси, под углом к оси, веерным способом, крестовым способом.

6.1.5.1 Параллельное перемещение и перемещение под углом к оси прорези применяются при большой ширине разрабатываемой прорези - до 120 м.

6.1.5.2 Веерный способ перемещения применяется при разработке траншей, узких котлованов и узких прорезей, когда ширина прорези не более 1,4 длины корпуса землесоса.

6.1.5.3 Крестовый способ перемещения используется при разработке узких прорезей на мелководье, когда забровочные глубины менее осадки землесоса.

6.1.5.4 При веерном способе перемещения землесос устанавливается на прорези на четырех якорях.

6.1.5.5 При других способах перемещения землесос устанавливается на пяти - шести якорях.

Схемы установки и перемещения землесоса приведены на рис. 6.2.

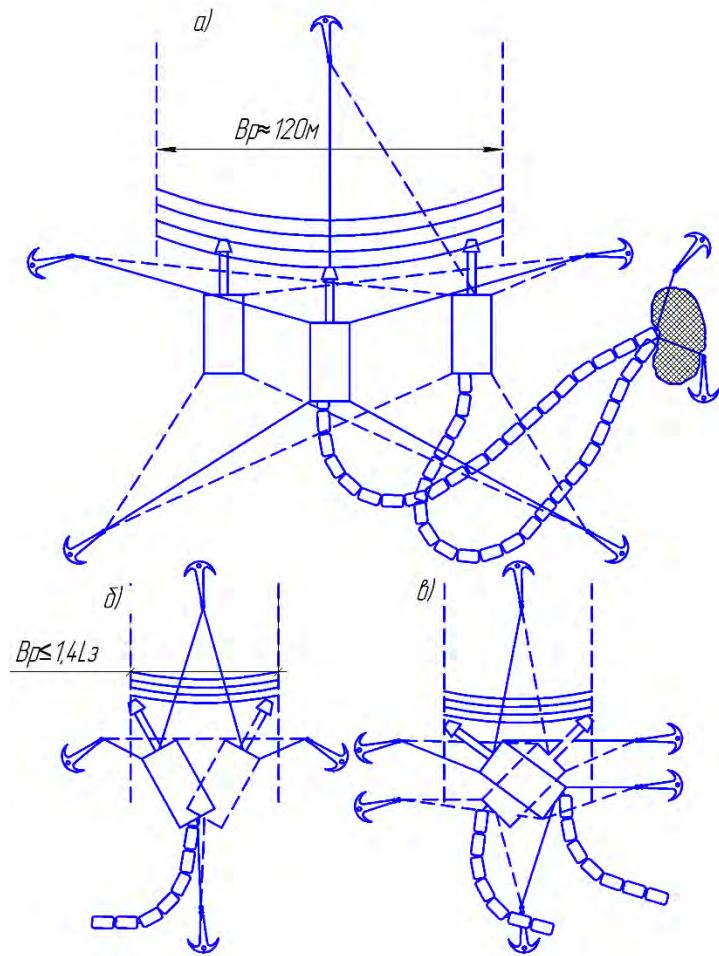


Рис. 6.2 Рабочие перемещения на прорези авантово – папильонажного землесоса:
а) – параллельный папильонаж; б) – веерный папильонаж; в) – крестовый
папильонаж; B_p - ширина прорези; L_3 - длина землесоса

6.1.6 Траншейные землесосы разрабатывают прорезь сериями - продольными траншеями протяженностью 100 - 200 м в зависимости от возможной дальности завозки рабочих якорей и длины грунтопровода.

По ширине прорезь в каждой серии делится на траншеи шириной не более ширины корпуса землесоса.

На землесосах, оборудованных щелевыми грунтоприемниками, ширина траншеи принимается равной ширине корпуса землесоса.

6.1.7 На участке работ траншейный землесос устанавливается на четырех или пяти якорях, схема установки приведена на рисунке 6.3.

6.1.7.1 Положение землесоса на прорези определяется на планшетах с нанесенными границами разрабатываемой прорези. Масштаб планшета должен обеспечивать необходимую точность определения положения земснаряда на прорези и положение траншеи.

6.1.8 При наличии на участках работ постоянных течений якорные рефулерные землесосы устанавливают против течения.

При разработке прорези, где действует боковое течение, необходимо на течение завозить якоря с повышенной держащей силой и увеличивать дальность завозки якорей в 1,3 - 1,5 раза, при этом на барабанах лебедок должно оставаться не менее 10 шагов троса при нахождении землесоса на противоположной бровке.

6.1.8.1 После установки землесоса на прорези плавучий грунтопровод подключается к корпусному грунтопроводу и плавучий грунтопровод завозится к месту отвала грунта.

У папильонажных землесосов плавучий грунтопровод завозится на траверз носовой части землесоса. У траншейных землесосов - на траверз средней части разрабатываемой серии.

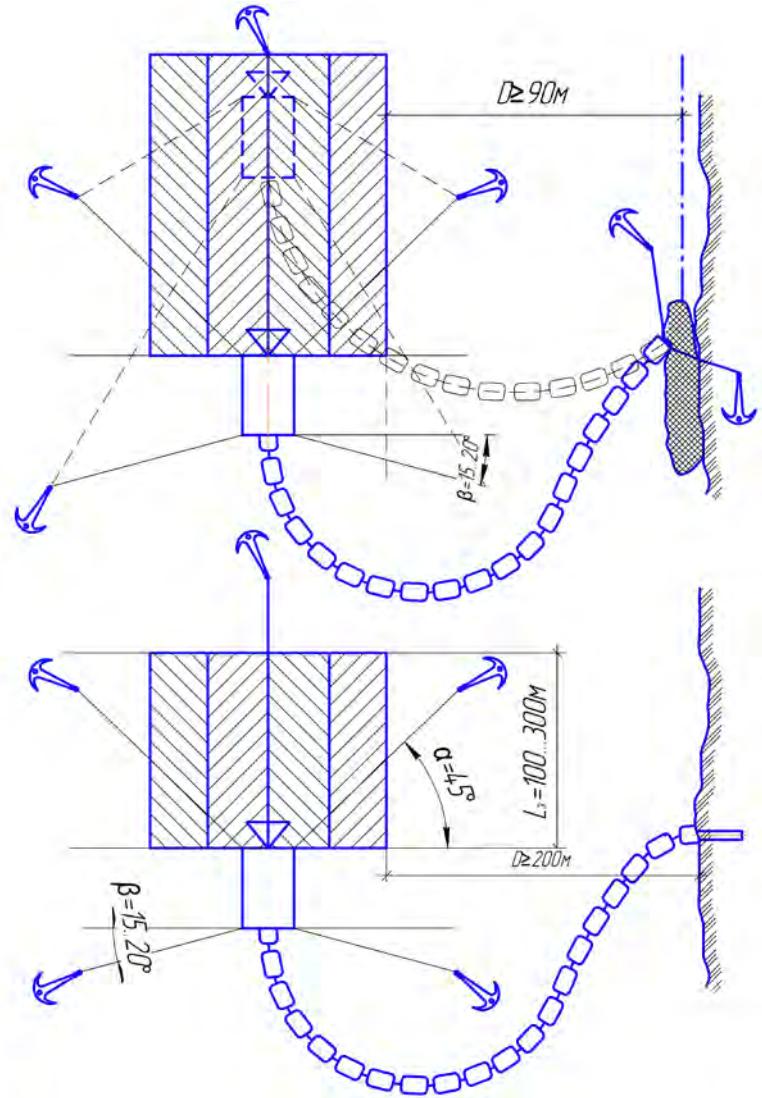


Рис. 6.3 Схемы установки на участке работ траншейного землесоса с рефулированием грунта на подводный отвал (вверху) и на береговой отвал (внизу); D – удаленность отвала грунта от бровки; L_3 - длина проходки; α – угол опережения рабочего троса;

β – угол отставания рабочего груза;

6.1.8.2 При работе на береговой отвал плавучий грунтопровод подключается к береговому.

6.1.8.3 Разливной ponton при подводном отвале грунта закрепляется на местности на двух якорях и свае при ее наличии для возможности его перемещения в процессе намыва грунта на отвале.

6.1.8.4 Рефулирование грунта на отвале может производиться как в надводном, так и в подводном положении. При рефулировании грунта в подводном положении уменьшается степень вторичного загрязнения

окружающей среды. При подводном рефулировании с целью снижения выходных скоростей пульпы на конце разливной трубы рекомендуется устанавливать расширяющийся насадок.

6.1.8.5 Рефулирование сильно загрязненных вредными веществами грунтов производится под водой через расширяющийся насадок, место рефулирования ограждается съемными шторами для предотвращения выноса облака мутности за пределы места рефулирования.

6.1.8.6 При подводном рефулировании необходимо по мере накопления грунта приподнимать разливную трубу для предотвращения ее засыпки.

6.1.8.7 Как при подводном, так и при надводном рефулировании грунта по мере накопления грунта на отвале разливной ponton периодически перемещается путем выбирания одного троса и потравливания второго.

6.1.8.8 По мере перемещения земснаряда вперед периодически производится потравливания и выбирание тросов якорей, поддерживающих плавучий грунтопровод.

6.1.8.9 При ограниченной вместимости отвала грунта допускается подсыпка разливного pontona на 2/3 его длины. Необходимо учитывать, что при подсыпке разливного pontона происходит его всплытие на подсыпающем грунте и разливной pontон может оказаться выше уровня воды.

6.1.8.10 При ограниченной ширине акватории, особенно при работе с береговым грунтопроводом, необходимо проверить возможность размещения и нормальной работы плавучего грунтопровода.

Минимальная ширина акватории от бровки прорези до оси подводного отвала грунта должна быть:

- для авантово - папильонажных землесосов:

$$B_{ak} \geq 9 \cdot l_{ck}$$

- для свайно - папильонажных землесосов:

$$B_{ak} \geq 12 \cdot l_{ck},$$

где l_{ck} - длина секций плавучего грунтопровода, м.

При работе с береговым грунтопроводом ширина акватории должна быть больше рассчитанной по формулам в 1,5 раза.

6.1.8.11 Необходимая длина плавучего грунтопровода для свайно - папильонажных землесосов с длиной секции 10 - 12 м рассчитывается по формуле:

$$l_{PL} = 1,2 \cdot D + B_P + 6 \cdot l_{ck},$$

где D - удаление отвала от бровки прорези, м;

B_P - рабочая ширина разрабатываемой прорези, м.

6.1.8.12 При применении резинотканевого плавучего грунтопровода необходимая длина грунтопровода рассчитывается по формуле:

$$l_{PL} = 1,8 \cdot D + B_P$$

6.1.9 Для аваново - папильонажных землесосов необходимая длина плавучего грунтопровода с секциями длиной 10 - 12 м рассчитывается по формуле:

$$l_{PL} = 1,2 \cdot D + B_P + 4 \cdot l_{ck},$$

а при применении резинотканевого - по формуле:

$$l_{PL} = 1,2 \cdot D + B_P + 6 \cdot l_{ck}.$$

6.1.9.1 Шаг перекладки плавучего грунтопровода при неограниченной вместимости подводного отвала рассчитывается по формуле:

$$S_{PER} = 0,8 \cdot D + B_P,$$

при ограниченной вместимости подводного отвала определяется вместимостью отвала по условию подсыпки разливного понтона.

6.1.10 Минимальная длина плавучего грунтопровода при стесненной акватории для размещения колышки рассчитывается по формуле:

$$l_{min} = \left(\frac{2\pi}{\alpha_u} + 2 \right) \cdot l_{ck},$$

учитывая предельный угол поворота шарнира, равный $\alpha_u = 20^\circ$:

$$l_{uu} = 20 \cdot l_{ck}$$

где l_{uu} - предельный угол поворота гибкого соединения, рад (град).

6.1.11 Толщина срезаемой стружки у фрезерных разрыхлителей определяется по формуле:

$$\delta_{CT} = \frac{V_{\Pi}}{n_{\phi} \cdot z_{\phi}},$$

где V_{Π} - скорость папильонирования, м/мин;

n_{ϕ} - частота вращения разрыхлителя, мин⁻¹;

z_{ϕ} - количество режущих ножей.

У роторных разрыхлителей толщина срезаемой стружки также зависит от величины перемещения землесоса вперед.

6.1.12 В процессе разработки связных грунтов частоту вращения фрезы необходимо поддерживать номинальной, также необходимо учитывать снижение частоты вращения фрезы с увеличением на нее нагрузки.

При электроприводе снижение частоты вращения может достигать 50%.

6.1.13 При разработке несвязных грунтов и связных грунтов скрыто-текучей консистенции скорость папильонирования не ограничивается.

6.1.14 При разработке плотных связных грунтов скорость папильонирования не должна превышать величины, рассчитываемой по формуле:

$$V_n \leq b_P \cdot n_{\phi} \cdot z_{\phi},$$

где b_P - ширина отверстия на решетке грунтприемника, м. При разработке тонких слоев с применением фрезерных разрыхлителей, для предотвращения выкатывания фрезы при резании грунта в накат, папильонажный трос противоположного борта следует держать втугую.

6.2. Технологические параметры работы якорных землесосов

6.2.1 Папильонажные землесосы оборудованы механическим разрыхлителем грунта, способным, в зависимости от конструкции разрыхлителя и мощности привода, разрыхлять все виды грунтов.

6.2.2 Траншайные землесосы оборудуются гидравлическими разрыхлителями, которые эффективно работают на несвязных грунтах. На связных грунтах (суглинки, глины) эффективность гидравлических разрыхлителей очень низкая.

6.2.3 При разработке связных грунтов с использованием механического разрыхлителя максимальная толщина разрабатываемого слоя не должна быть более среднего диаметра фрезы. Для роторных разрыхлителей толщина разрабатываемого слоя не должна быть более 0,8 диаметра роторного разрыхлителя.

6.2.3.1 На несвязных грунтах при использовании механического разрыхлителя толщину разрабатываемого слоя не рекомендуется принимать больше 1,5 диаметра разрыхлителя.

6.2.3.2 Для траншайных землесосов толщину разрабатываемого слоя не рекомендуется принимать более 3,0 м.

6.2.3.3 При разработках на мелководье или в сухом береге толщина разрабатываемого слоя определяется проходной глубиной землесоса. Для предотвращения завала рамы от обрушивания нависающего козырька грунта периодически производится его разрушение разрыхлителем путем подъема рамы.

6.2.4 Скорость папильонирования при разработке связных грунтов третьей, четвертой группы по трудности разработки рассчитывается по формуле:

$$V_n = 0,8 \cdot b_p \cdot n_\phi \cdot z_\phi ,$$

где b_p - ширина отверстия решетки, м;

n_ϕ - номинальная паспортная частота фрезы (ротора), мин⁻¹;

z_ϕ - количество ножей (черпаков) во фрезе.

При разработке связных фунтов пятой, шестой группы по трудности

разработки скорость папильонирования рассчитывается по формуле:

$$V_n = (0,45 \div 0,50) \cdot b_p \cdot n_\phi \cdot z_\phi$$

6.2.5 Перемещение землесоса вперед, оборудованного фрезерным разрыхлителем, на связных грунтах зависит от заданной частоты выработки (высоты гребня) и рассчитывается по формуле:

$$P_a = h_{TP} \cdot \left(\operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha - \beta)} \right),$$

где h_{TP} - допустимая высота гребня, м;

α - угол наклона рамы, рад (град), а также может быть определена по табл.6.1.

Таблица 6.1

Перемещение вперед

Глубина разработки в диапазоне	Величина перемещения, м
От минимальной до середины диапазона глубины разработки	$P_a = h_{TP} (5 \div 3,5)$
От середины диапазона до максимальной глубины разработки	$P_a = h_{TP} (3,0 \div 2,0)$

Примечание: с увеличением глубины разработки величина коэффициента, приведенного в скобках, уменьшается.

6.2.6 Перемещение землесоса, оборудованного роторным разрыхлителем, вперед на плотных связных грунтах не должно превышать ширины окна решетки грунтоприемника для предотвращения забоя грунтоприемника.

6.2.7 Перемещение землесоса на несвязных грунтах при использовании фрезерного разрыхлителя не должно превышать длины фрезы:

$$P \leq l_{\phi P},$$

где $l_{\phi P}$ - длина фрезы, м. Перемещение землесоса на несвязных грунтах при использовании роторного разрыхлителя не должно превышать вылета ковша.

6.2.8 При траншейном способе разработки, когда ширина грунтоприемника меньше ширины корпуса землесоса, заглубление грунтоприемника ниже проектной отметки дна определяется по формуле:

$$h_{3ae} = \frac{B - b_{IP}}{2 \cdot m_o} \cdot \sqrt{\frac{m_o}{m}} ,$$

где B - ширина корпуса землесоса, м;

b_{IP} - ширина грунтоприемника, м;

m_o - величина заложения мгновенного откоса, м, выбирается из табл. 2.

m - величина заложения естественного откоса после его формирования, м, выбирается из табл.6.2.

Таблица 6.2

Величина заложения откоса грунта

Наименование грунта	Гранулометрический класс	m	m_o
Илы структурные	IV - VI	5 - 6	2,5 - 4
Супесь, песок пылеватый	IV, III	4 - 5	2,0 - 2,5
Песок рыхлый	III _K , III _C , III _M	3 - 4	2,0 - 2,3
Песок средней плотности	III _K , III _C , III _M	3 - 2	2,0 - 1,5
Песок плотный	III _K , III _C , III _M	2 - 1,5	1,5 - 1,0

6.2.9 Производительность землесоса зависит от объема разрыхленного грунта и транспортирующей способности потока в напорном грунтопроводе.

Производительность разрыхлителя должна быть на 10 - 20% больше производительности по транспортирующей способности потока.

6.2.10 Производительность фрезерного разрыхлителя определяется по формуле:

$$q_{PA3} = 60 \cdot P \cdot h_{CL} \cdot V_n$$

$$q_{PA3} = 60 \cdot h_{CL} \cdot b_P \cdot n_\phi \cdot z_\phi$$

где P - перемещение землесоса вперед, м;

h_{CL} - толщина разрабатываемого слоя, м;

V_n - скорость папильонирования, м/мин;

b_P - ширина отверстия сетки на грунтоприемнике, м;

n_ϕ - частота вращения фрезы, мин⁻¹;

z_ϕ - количество ножей фрезы.

6.2.11 Производительность роторного разрыхлителя определяется по формуле:

$$q_{PA3}^P = 60 \cdot P \cdot h_{CL} \cdot V_n$$

$$q_{PA3}^P = 60 \cdot P \cdot n_p \cdot n_e \cdot \omega \cdot K_q$$

где n_p - частота вращения роторного рыхлителя, мин⁻¹;

n_e - количество черпаков роторного рыхлителя;

ω - вместимость черпака, м³;

K_q - коэффициент наполнения черпака роторного рыхлителя.

6.2.12 Объём разрыхленного грунта гидроразрыхлителем рассчитывается по формуле:

$$V_{PA3} = \frac{Q_{PA3}}{q_y}$$

где Q_{PA3} - расход воды, проходящей через сопла гидроразрыхлителя, м³/ч; q_y - удельный расход воды на размытие 1 м³ грунта, ориентировочная величина которого приведена в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Удельный расход воды на разрыхление 1 м³ грунта

Наименование грунта	Гранулометрический класс	Группа грунта по трудности разработки		
Пески разнозернистые	III _K , III _C , III _M	2	3	4
Пески пылеватые	III _P	3	4	5
Супеси	IV	4	5	6
Суглинки	V	5	5	6
Глины	VI	6	7	8

6.2.12.1 Расход воды через сопла определяется по формуле:

$$Q_{PA3} = 60 \cdot n_C \cdot \omega_C \cdot \mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H},$$

где n_C - количество сопел;

ω_C - площадь поперечного сечения сопла, м²;

μ - коэффициент, учитывающий сжатие струи, принимается равным 0,8;

g - ускорение свободного падения, м/с²;

H - напор в системе перед соплом, м.

Для увеличения расхода воды через сопло необходимо увеличить диаметр отверстия сопла и напор в системе.

6.2.13 Скорость перемещения траншейного землесоса вперед по траншее рассчитывается при щелевом грунтоприемнике по формуле:

$$V_a = \frac{Q_{GP}}{60 \cdot b_{GP} \cdot h_{CL}},$$

где V_a - скорость перемещения землесоса вперед по траншее, м/мин;

Q_{GP} - расход грунтового насоса по грунту, м³/ч, рассчитывается по

формуле:

$$Q_{GP} = Q_{CM} \cdot C_0 \cdot \frac{\rho_0 - \rho_B}{\rho_E - \rho_B},$$

где Q_{CM} - расход грунтового насоса по смеси, м³/ч;

C_0 - действительная объемная консистенция смеси;

ρ_0 - удельная плотность грунта, т/м³;

ρ_B - удельная плотность грунта, т/м³.

b_{GP} - ширина грунтоприемника, м;

h_{CL} - толщина разрабатываемого слоя, м;

ρ_E - плотность грунта в состоянии естественного залегания, т/м³.

При использовании обычного грунтоприемника с шириной меньше ширины корпуса землесоса по формуле:

$$V_a = \frac{Q_{GP}}{60 \cdot (b_{GP} + m \cdot h_{CL}) \cdot h_{CL}},$$

где b_{rp} - ширина грунтоприемника, м;

h_{cl} - заглубление грунтоприемника в грунт, м;

m - коэффициент мгновенного заложения откоса.

6.2.14 Производительность землесоса по гидротранспорту определяется по формуле:

$$q_{rp} = q_k \cdot K_q ,$$

где q_k - контрактовая производительность землесоса, $\text{м}^3/\text{ч}$;

K_q - коэффициент, учитывающий изменение контрактовой производительности в зависимости от дальности рефулирования и вида транспортировки грунта.

Если приведенная длина рефулирования меньше, чем контрактовая (паспортная) длина, то величина коэффициента рассчитывается по формуле:

$$K_q = \frac{l_n}{l_\phi} \cdot \frac{2,26}{K_\phi \cdot (\rho_E - \rho_B)} ,$$

где l_n - приведенная паспортная дальность рефулирования, м;

l_ϕ - приведенная фактическая дальность рефулирования, м;

K_ϕ - коэффициент, учитывающий увеличение потерь напора в напорном грунтопроводе от грунта, выбирается по графику на рис. 17, для $\rho_{cm} = 1,25 \text{ m} / \text{m}^3$

При расчете коэффициента необходимо выполнение условия:

$$\frac{l_n}{l_\phi} \cdot \frac{2,26}{K_\phi} \leq 1,2$$

6.2.15 Приведенная длина рефулирования рассчитывается по формуле:

$$l_n = 1,3 \cdot l_{pl} + l_\sigma + \Delta l_\Theta ,$$

где l_{pl} - геометрическая длина плавучего грунтопровода, м;

$1,3$ - коэффициент, учитывающий местные потери в плавучем грунтопроводе и гибких соединениях между секциями, м;

l_σ - геометрическая длина берегового грунтопровода, м;

Δl_3 - эквивалентная длина на высоту рефулирования, рассчитываемая по формуле:

$$\Delta l_3 = 50 \cdot H_P \cdot \frac{\rho_{CM}}{\rho_B \cdot K_\phi},$$

где H_P - высота рефулирования, отсчитываемая от уровня воды до центра отверстия выпускного патрубка, м;

ρ_{CM} - плотность смеси, т/м³;

ρ_B - плотность воды, т/м³;

K_ϕ - коэффициент, учитывающий увеличение потерь напора в грунтопроводе от грунта, выбирается по графику, приведенному на рисунке 6.4.

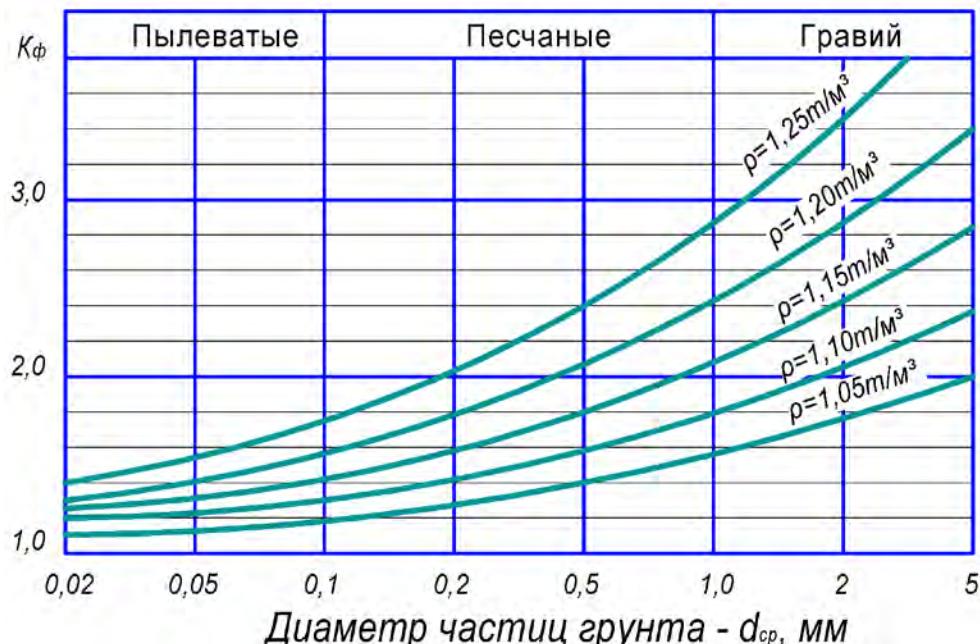


Рис. 6.4 График определения коэффициента, учитывающего увеличение потерь напора в грунтопроводе от грунта, где:

K_ϕ - коэффициент, учитывающий увеличение потерь напора в грунтопроводе от грунта; ρ – плотность смеси

6.2.16 При приведенной длине рефулирования, превышающей паспортную приведенную, величина коэффициента K_ϕ рассчитывается по формуле:

$$K_q = \frac{8,9 \cdot (1 - 1,65 \cdot C_0) \cdot C_0}{(\rho_E - \rho_B)} \cdot \frac{l_n}{l_\phi} \cdot \frac{2,26}{K_\phi},$$

где C_0 - действительная объёмная консистенция смеси;

ρ_E - плотность грунта в естественном состоянии, т/м³;

K_ϕ - коэффициент, выбирается по графику на рисунке П.10.4 для $\rho_{CM} = 1,25 \text{ т/м}^3$.

Значения величины $(1 - 1,65 \cdot C_0) \cdot C_0$ приведены в табл. П.10.4.

Таблица 6.4

Расчётные данные

Плотность смеси, т/м ³	Действительная объёмная консистенция смеси, C_0	$(1 - 1,65 \cdot C_0) \cdot C_0$	$8,9 \cdot (1 - 1,65 \cdot C_0) \cdot C_0$
1,03	0,02	0,019	0,172
1,07	0,04	0,037	0,333
1,10	0,06	0,054	0,481
1,13	0,08	0,069	0,618
1,17	0,10	0,084	0,743
1,20	0,12	0,096	0,857
1,23	0,14	0,108	0,959
1,25	0,15	0,112	1,000
1,32	0,16	0,117	1,048

Гидравлическая характеристика грунтов приведена в табл. 6.5.

Таблица 6.5

Гидравлическая характеристика грунтов

Наименование грунта	Гранулометрический класс	Средний диаметр частиц, мм	Коэффициент транспортабельности
Илы	(IV - VI)	0,05	0,02
Суглинок	VI	0,10	0,10
Супесь	IV	0,14	0,13

Наименование грунта	Гранулометрический класс	Средний диаметр частиц, мм	Коэффициент транспортабельности
Песок пылеватый	III _п	0,20	0,20
Песок мелкий	III _м	0,43	0,30
Песок средней крупности	III _с	0,60	0,43
Песок крупный	III _к	1,00	0,80
Песчано-ракушечный	III _р	1,00	1,00
Песок гравилистый	III _{ГР} , III _Г	2,50	1,50
Гравий	II	14,70	2,00
Галька	I	41,60	2,00
Супеси песчаные с гравием	IV _{ГР}	2,50	1,80
Грунты с галькой	III	20,00	2,00
Гравийно-глинистые и супесчаные	III _{ГР} , III _{ГЛ}	10,00	1,90

6.2.17 Скорость движения смеси в грунтопроводе определяется по формуле:

$$V_{CM} = 3,5 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{q_{GP} \cdot (\rho_E - \rho_B)}{C_0 \cdot D^2},$$

где q_{GP} - рассчитанная производительность землесоса по гидротранспорту, $\text{м}^3/\text{ч}$;

D - диаметр напорного грунтопровода, м;

C_0 - действительная объёмная консистенция смеси, принимается равной $C_0 = 0,15$

6.2.18 Критическая скорость смеси определяется по характеристике грунта с помощью номограммы, приведенной на рис. 6.5.

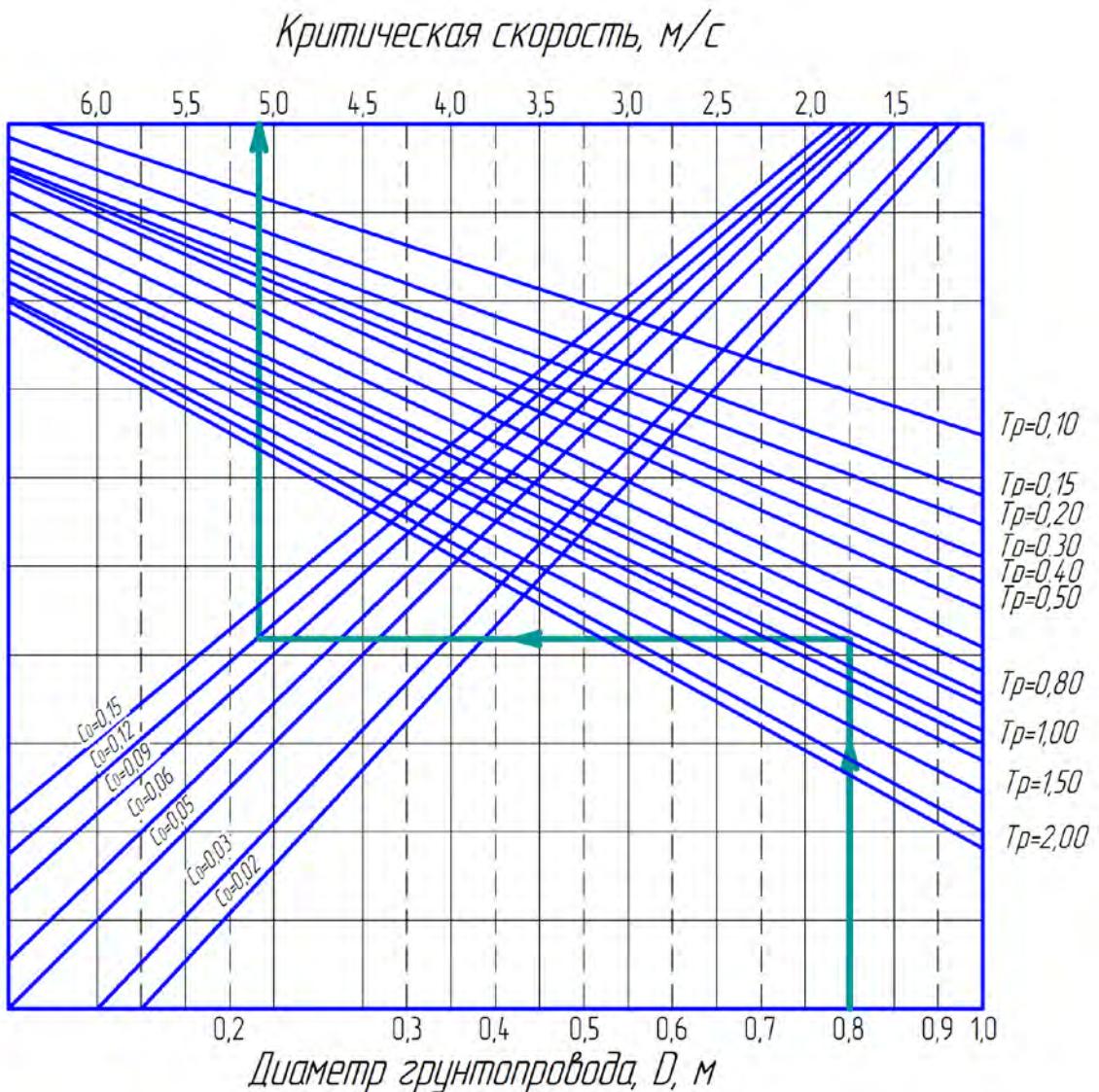


Рис. 6.5 Номограмма для определения критической скорости движения смеси,
где:

T_p – коэффициент транспортабельности;

C_0 – объемная консистенция смеси

6.2.19 Производится проверка отношения:

$$\frac{V_{kp}}{V_{cm}} \leq 2,25 ,$$

где V_{kp} - критическая скорость смеси, м/с;

V_{cm} - расчетная скорость смеси, м/с.

Если $\frac{V_{KP}}{V_{CM}} \leq 1,0$, то величина коэффициент K_q рассчитывается по формуле:

$$K_q = \frac{8,9 \cdot (1 - 1,65 \cdot C_0) \cdot C_0}{(\rho_E - \rho_B)} \cdot \frac{l_n}{l_\phi} \cdot \frac{2,26}{K_\phi} .$$

Если $1 < \frac{V_{KP}}{V_{CM}} \leq 1,125$ (в напорном трубопроводе образуется «мертвый» слой грунта толщиной, равной $0,2 \cdot D$), то рассчитывается поправочный коэффициент, учитывающий наличие "мертвого" слоя в грунтопроводе по формуле:

$$K_{PP} = \left(\frac{V_{CM}}{V_{KP}} \right)^2 ,$$

В этом случае производительность по гидротранспорту рассчитывается по формуле:

$$q_{IP} = q_K \cdot K_q \cdot K_{PP} ,$$

Если $\frac{V_{KP}}{V_{CM}} > 1,25$, необходимо снизить консистенцию смеси.

6.2.20 В первом приближении консистенция смеси рассчитывается по формуле:

$$C_0^P = 3,5 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{q_{IP} \cdot (\rho_E - \rho_B)}{V_{KP} \cdot D^2} ,$$

где q_{IP} - производительность землесоса по транспорту при заданной длине рефулирования и консистенции смеси, равной $C_0 = 0,15(\rho_{CM} - 1,25)$;

V_{KP} - критическая скорость смеси при заданной консистенции, м/с.

6.2.21 Производится расчет коэффициента K_q по формуле:

$$K_q = \frac{8,9 \cdot (1 - 1,65 \cdot C_0) \cdot C_0}{(\rho_E - \rho_B)} \cdot \frac{l_n}{l_\phi} \cdot \frac{2,26}{K_\phi}$$

для консистенции смеси, равной $C_0 = C_0^P$, производится определение критической скорости смеси и их сравнение. Если отношение $\frac{V_{KP}}{V_{CM}} \leq 1,25$, рассчитывается коэффициент K_{PP} по формуле:

$$K_{NP} = \left(\frac{V_{CM}}{V_{KP}} \right)^2$$

и производительность по гидротранспорту при наличии «мертвого» слоя по формуле:

$$q_{GP} = q_K \cdot K_q \cdot K_{NP}.$$

Расчет коэффициента K_q рекомендуется делать для консистенции смеси, равной $C_0 = C_0^P - 0,02$.

6.3 Производственные показатели рефуллерных землесосов

6.3.1 За часовую производительность рефуллерного земснаряда следует принимать меньшую из производительностей разрыхлителя и гидротранспорта.

Если в результате расчетов производительность по гидротранспорту окажется выше производительности разрыхлителя, за часовую производительность землесоса принимается производительность разрыхлителя с коэффициентом, учитывающим забор разрыхленного грунта K_3 , равным 0,9.

Если производительность по гидротранспорту ниже производительности разрыхлителя, за часовую производительность землесоса принимается производительность по гидротранспорту:

$$q_3 = K_3 \cdot q_{PA3}, \text{ если } q_{PA3} \leq q_{GP},$$

$$q_3 = q_{PA3}, \text{ если } q_{GP} \leq q_{PA3},$$

где q_3 - производительность землесоса, м/ч;

q_{PA3} - производительность разрыхлителя, м/ч;

q_{GP} - производительность гидротранспорта, м/ч.

У землесосов, не имеющих разрыхлителя, часовая производительность принимается равной производительности по гидротранспорту:

$$q_3 = q_{GP}$$

6.3.2 Коэффициент использования рабочего периода определяется как отношение чистого времени работы землесоса к продолжительности пребывания на участке без учета продолжительности простоев:

$$K_{BP} = \frac{T_p - t_{\pi} - t_{oc}}{T_p - t_{\pi}},$$

где T_p - продолжительность пребывания землесоса на участке работ, ч;

t_{π} - продолжительность простоев, ч;

t_{oc} - продолжительность производственных остановок, ч.

6.3.2.1 У траншейных землесосов в продолжительность чистого времени работы входят продолжительность спуска землесоса к началу серии для захода на следующую траншею.

6.3.2.2 Средняя производительность траншейного землесоса рассчитывается по формуле:

$$q_3 = q_{GP} \cdot \frac{1}{1 + \frac{0,0011 \cdot q_{GP}}{F_m}},$$

где q_{GP} - производительность землесоса по грунтозабору, м³/ч;

F_m - площадь разрабатываемой траншеи, м², у землесосов с щелевым грунтоприемником рассчитываемая по формуле:

$$F_m = B_3 \cdot h_{CL},$$

где B_3 - ширина корпуса землесоса, м;

h_{CL} - толщина разрабатываемого слоя, м.

У землесосов с обычным грунтоприемником площадь траншеи рассчитывается по формуле:

$$F_m = (b_{GP} + m_0 \cdot h_{CL}) \cdot h_{CL},$$

где b_{GP} - ширина грунтоприемника, м;

m_0 - величина мгновенного заложения откоса грунта.

6.3.2.3 В состав производственных остановок рефуллерных якорных землесосов входят:

- установка (съемка) на участке работ;
- перекладка рабочих якорей;
- перевод плавучего грунтопровода на новое место отвала;
- включение (выключение) секций плавучего грунтопровода;
- осмотр, смазка механизмов и замена изношенных деталей;
- пропуск судов;
- очистка грунтозаборного устройства от предметов захламления;
- отстой по гидрометеорологическим причинам.

6.3.2.4 При работе на береговой отвал в состав производственных остановок дополнительно входят:

- прокладка и перекладка берегового грунтопровода;
- наращивание берегового грунтопровода;
- подготовка карты намыва;
- уплотнение грунта на карте намыва для возможности производства на ней работ;
- подключение (отключение) плавучего грунтопровода от берегового;
- промыв грунтопровода.

Костоям земснаряда относятся:

- запреты на работу природоохранных органов;
- ликвидация последствий аварий и аварийных происшествий;
- неукомплектованность экипажей землесоса;
- отсутствие топлива.

6.3.3 При работе на шаланды в состав производственных остановок входят:

- установка (съемка) на участок работ;
- перекладка рабочих якорей;
- осмотр, смазка механизмов и замена изношенных деталей;
- ожидание подхода шаланд;

- пополнение запасов воды и топлива;
- сдача льяльных вод и мусора.
- Состав простоев тот же, что и рефуллерных землесосов, работающих на грунтопровод.

6.3.4 Суточная выработка землесоса рассчитывается по формуле:

$$Q_C = 24 \cdot q_3 \cdot K_{BP}$$

где q_3 - расчетная производительность землесоса, $\text{м}^3/\text{ч}$;

K_{BP} - коэффициент использования рабочего периода;

24 – количество часов в сутках.

7 Многочерпаковые земснаряды. Технология работы и производственные показатели

7.1. Технология работы

7.1.1 Оптимальной прорезью для многочерпакового земснаряда является прорезь шириной 100 – 120 м.

При ширине участка более 120 м его следует разбить по ширине на ряд прорезей при этом минимальная ширина прорези должна быть не менее 70 м.

7.1.2 Разработка прорезей производится поочередно. Возможны два варианта разработки:

- участок разрабатывается на всю ширину до полной выработки папильонажных якорей, при переходе с полосы на полосу земснаряд оттягивается к началу участка и производится перекладка авантового якоря;
- разрабатывается полоса до полной выработки авантового якоря, после чего земснаряд устанавливается на следующую полосу.

7.1.3 При возможности обеспечить длину радиуса качания на авантом тросе в пределах 2 – 2,5 ширины участка авантовый якорь завозится по оси участка работ и, в этом случае, перекладка авантового якоря при переходе с полосы на полосу может не производиться.

Разработку прорези следует производить с перекрытием по ширине не менее 5 м.

7.1.4 Максимальная толщина разрабатываемого слоя на плотных связных грунтах не должна превышать 2,0 м, на несвязных – 2,5 м.

При разработке прорези на мелководье или в сухом береге толщина разрабатываемого слоя устанавливается по проходной глубине судна каравана, имеющего максимальную осадку.

7.1.5 При толщине слоя, подлежащего разработке, больше максимально допустимого разработка выполняется послойно. Рекомендуется толщину последнего слоя оставлять не менее 1 м.

7.1.6 Оптимальная толщина разрабатываемого слоя, по данным натурных наблюдений, составляет 1,0 – 1,5 м. Минимальная толщина разрабатываемого слоя составляет 0,3 м.

7.1.7 Глубина опускания рамы рассчитывается по формуле:

$$H_q = H_0 \pm H_0 + 0,5 \cdot h_g$$

где H_0 - проектная глубина прорези, м;

H_0 - поправка за колебание уровня воды в море, м;

h_g - величина допустимого перебора по глубине, м.

Глубина опускания рамы проектируется по фактической глубине, получаемой после прохода земснаряда, путем промера вдоль борта земснаряда.

Заглубление рамы на проектную отметку производится постепенно, чередуясь с продвижением земснаряда вперед.

Общая длина участка выработки должна быть не менее пяти толщин разрабатываемого слоя:

$$l_{BP} \geq 5 \cdot h_{CL}$$

7.1.8 Разработка ведется путем перемещения земснаряда на рабочих тросах по ширине прорези.

Земснаряд на прорези устанавливается на пяти якорях. Шестой якорь завозится при необходимости быстрой оттяжки земснаряда из забоя.

7.1.9 Перемещение земснаряда на прорези может осуществляться следующими способами:

- параллельно или под углом к оси прорези, применяется при ширине прорези более 70 м, забровочных глубинах больше проходной глубины земснаряда или шаланды;
- веерным – при ширине прорези менее 70 м;
- крестовым – при ширине прорези менее 70 м и при забровочных глубинах менее проходной осадки шаланда или земснаряда.

7.1.10 Разработанный земснарядом грунт грузится в трюм грунтоотвозной шаланды, пришвартованной к борту земснаряда. При забровочных глубинах больше проходной глубины шаланд, прием шаланд осуществляется с двух бортов.

При малых забровочных глубинах и ширине прорези менее 70 м, прием шаланд производится только с одного борта.

При работе у гидротехнических сооружений прием шаланд производится только с одного борта.

Схема установки земснаряда приведена на рисунке 7.1.

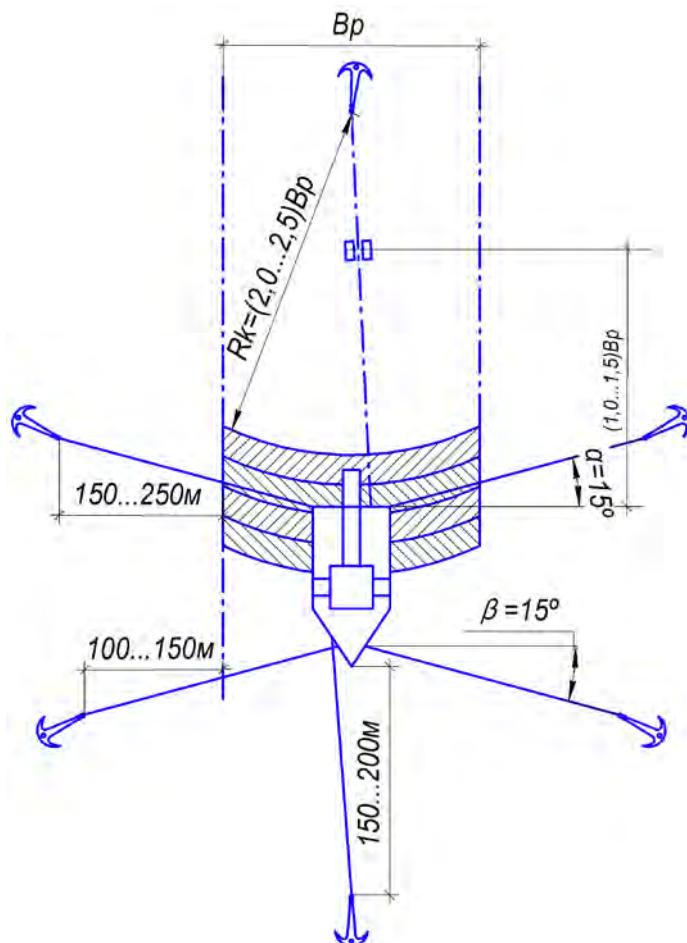


Рис.7.1 Схемы установки на участке работ многочерпакового земснаряда:

B_p - рабочая ширина прорези; R_k - радиус качания земснаряда на аванте; α - угол опережения рабочего троса; β - угол отставания рабочего троса.

Способы перемещения земснаряда на прорези приведены на рисунке 7.2.

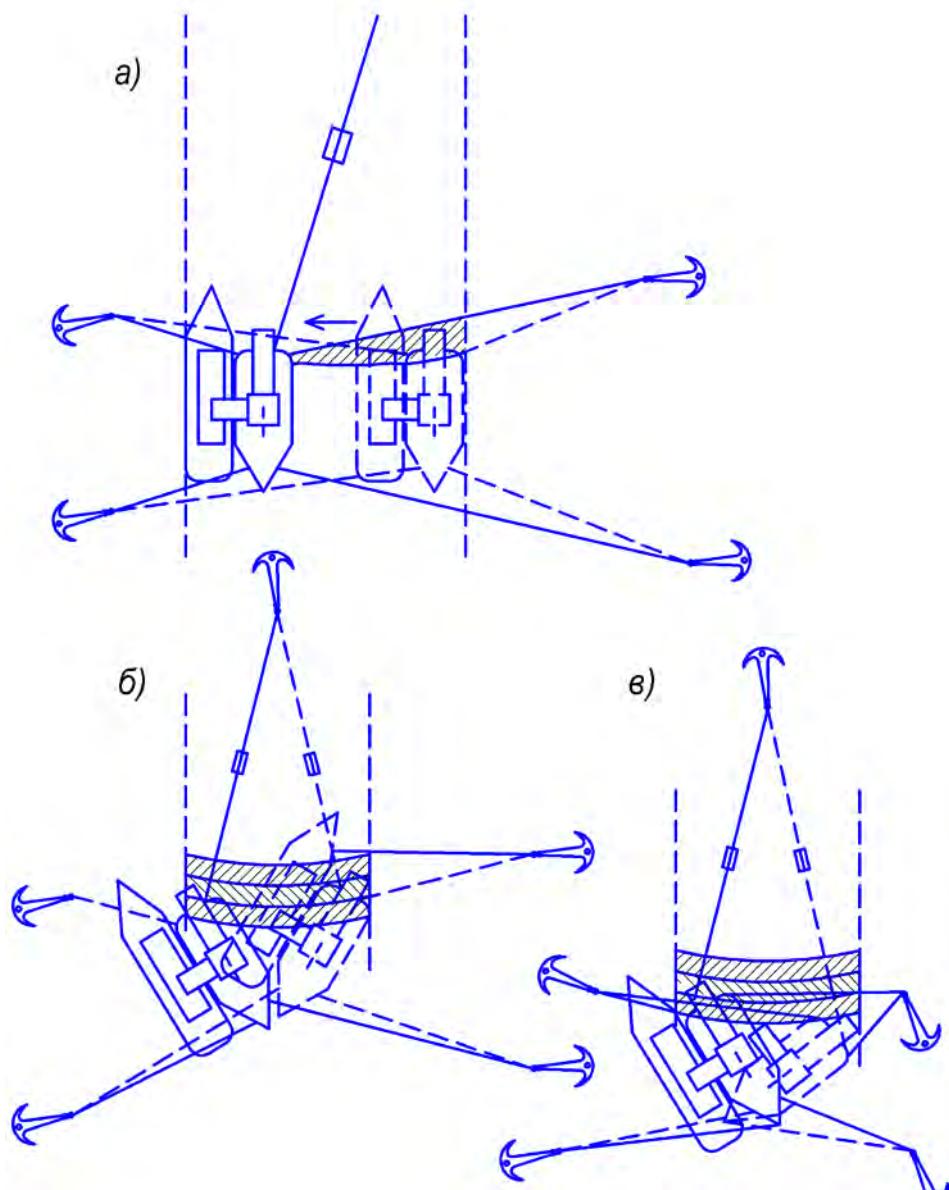


Рис. 7.2 Способы перемещения земснаряда на прорези, где:
а) – параллельный; б) – веерный; в) – крестовый

7.1.11 Толщина разрабатываемого слоя считается неравномерной, если разница между максимальной и минимальной толщиной срезаемого слоя превышает 0,2 м.

Возможны следующие случаи распределения неравномерности:

1-й – толщина слоя возрастает от одной бровки к другой, минимальная толщина слоя меньше вылета черпака, максимальная – в пределах допустимой (рис. 7.3, а);

2-й – толщина слоя возрастает от одной бровки к другой, минимальная толщина слоя больше вылета черпака, максимальная – больше допустимой (рис. 7.3, б);

3-й – толщина слоя уменьшается от бровки к оси, минимальная толщина меньше вылета черпака, максимальная – в пределах допустимой (рис. 7.3, в);

4-й – толщина слоя уменьшается от бровки к оси, минимальная – больше вылета черпака, максимальная – больше допустимой (рис. 7.3, г).

7.1.11.1 В 1-м случае разработку рекомендуется производить комбинированным способом, изображённым на рисунке 7.3, а

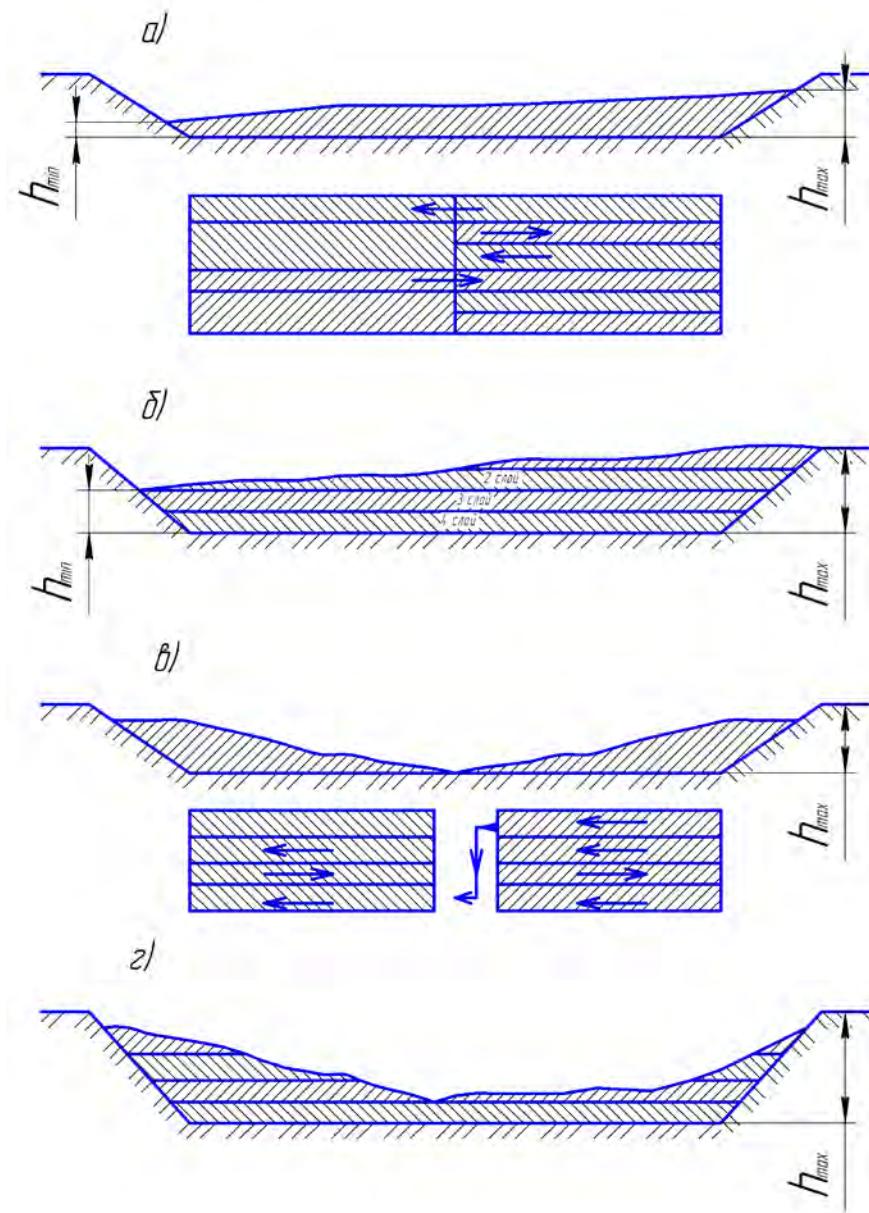


Рис. 7.3 Способы разработки при неравномерности срезаемого слоя по ширине прорези, где:

h_{\min} – минимальная толщина слоя грунта в прорези от проектной отметки дна;

h_{\max} – максимальная толщина слоя грунта в прорези от проектной отметки дна

Перемещение земснаряда вперед принимается $1/3$ перемещения, рассчитанного для средней толщины разрабатываемого слоя.

Во 2-м случае разработка ведется послойно, толщину последнего слоя следует оставлять не менее 1,0 м (рисунок 7.3, б).

В 3-м случае разработка ведется поочередно вдоль бровок (рисунок 7.3, в).

В 4-м случае разработка ведется послойно, в первую очередь разрабатывается призма вдоль бровок.

Перемещение земснаряда вперед определяется по максимальной толщине разрабатываемого слоя (рисунок 7.3, г).

7.1.12 Разработку в сухом береге и на мелководье следует производить следующим способом.

Толщина первого слоя назначается по условию проходной глубины земснаряда или шаланды:

$$h_{CL} = T + \Delta h + \Delta H,$$

где T - максимальная осадка судна в составе каравана, м;

Δh - навигационный запас под килем, м;

ΔH - ожидаемое максимальное снижение уровня воды относительно нуля глубин, м.

После полной выработки папильонажных якорей, земснаряд спускается и разрабатывает следующий слой. Операции повторяются до разработки на проектную глубину.

Нависающий козырек грунта срезается черпаками путем подъема рамы до выхода реборды нижнего черпакового барабана из воды (рисунок 7.4, а).

Для предотвращения обрушения берегового уступа в период выработки до проектной глубины, создается склон с величиной заложения откоса $m = 3$ (рисунок 7.4,б).

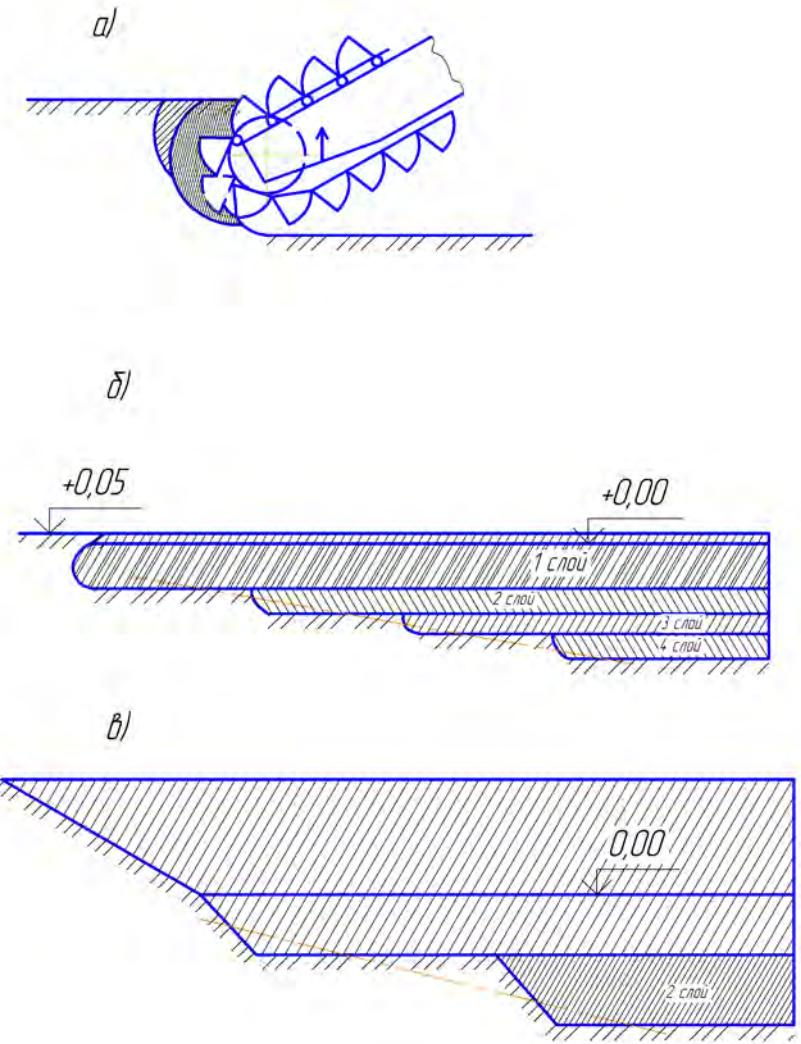


Рис. 7.4 Схема разработки на мелководье и в сухом береге

7.1.13 Разработка в сухом береге несвязных грунтов осуществляется так же, как и связных. Толщина первого слоя назначается по проходной глубине земснаряда или шаланды.

После выработки рабочих якорей. Земснаряд оттягивается назад и разрабатывает второй слой. Толщину второго слоя рекомендуется принимать не более 2,5 м.

Для предотвращения обрушивания откоса уступа в период выработки до проектной отметки, создаваемый уклон должен быть с величиной заложения откоса более величины заложения откоса разрабатываемого грунта (рисунок 7.4, в).

7.1.14 В связи с тем, что формирование откоса происходит с некоторым запозданием, рекомендуется делать одну проходку по прорези без перемещения земснаряда вперед.

7.2 Технологические параметры работы многочерпаковых земснарядов

7.2.1 Перечень технологических параметров составляет:

- скорость папильонирования - V_{Π} , м/мин;
- подача земснаряда вперед - P_a , м;
- скорость черпаковой цепи - n_q , черп/мин.

Технологические параметры работы земснаряда связаны с его производительностью следующими зависимостями:

$$q = 60 \cdot n_q \cdot \omega_q \cdot K_{\Gamma} ;$$

$$q = 60 \cdot P_a \cdot V_{\Pi} \cdot h_{CL} ,$$

где ω_q - вместимость черпака, м³;

K_{Γ} - коэффициент наполнения черпака;

h_{CL} - толщина разрабатываемого слоя, м;

$$P_a \cdot V_{\Pi} \cdot h_{CL} = n_q \cdot \omega_q \cdot K_{\Gamma} .$$

7.2.2 Скорость папильонирования определяется по формуле:

$$V_{\Pi} = \frac{n_q \cdot \omega_q \cdot K_{\Gamma}}{P_a \cdot h_{CL}}$$

$$V_{\Pi} \cdot P_a = \frac{n_q \cdot \omega_q \cdot K_{\Gamma}}{h_{CL}}$$

Оптимальная скорость папильонирования для земснарядов контрактовой производительностью 400 – 700 м³/ч составляет 8 – 12 м/мин.

7.2.3 Перемещение земснаряда вперед рассчитывается по формуле:

$$P_a = \frac{n_q \cdot \omega_q \cdot K_{\Gamma}}{V_{\Pi} \cdot h_{СЛ}}$$

При оптимальной скорости папильонирования (8 – 12 м/мин) перемещение земснаряда вперед определяется по формуле:

$$P_a^0 = 0,11 \cdot \frac{n_q \cdot \omega_q \cdot K_{\Gamma}}{h_{СЛ}}$$

7.2.3.1 Перемещение земснаряда вперед не должно быть менее 0,2 м и не должно быть более величины, при которой происходит резание грунта спинкой черпака.

Резание грунта спинкой черпака вызывает дополнительные затраты мощности привода верхнего черпакового барабана и увеличивает просор грунта, так как срезанный спинкой черпака грунт остается на прорези.

Величины предельного перемещения земснаряда вперед приведены в верхней части рисунка 7.5.

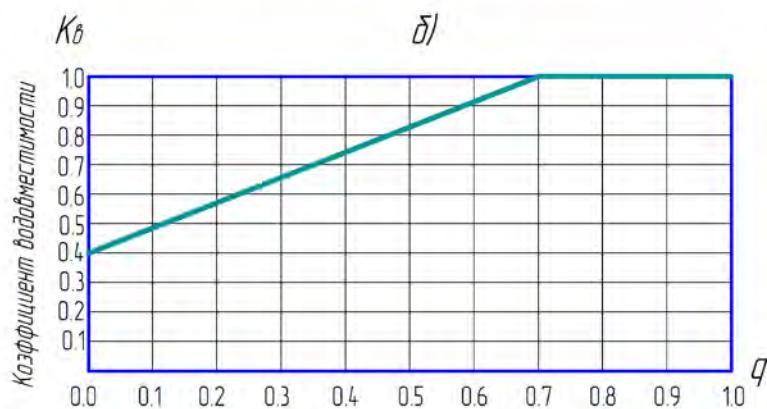
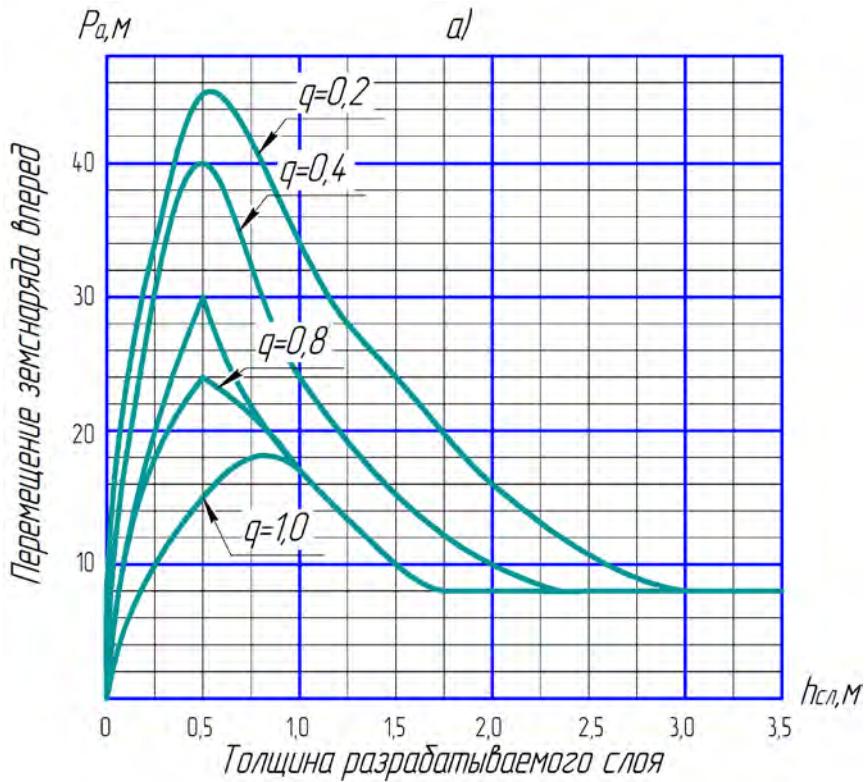


Рис. 7.5 Предельные перемещения земснаряда вперёд (а);

коэффициент водовместимости черпака (б),

где: q – отношение заглубления черпака к его максимально возможному заглублению

Примечание: Максимальная скорость выбирание папильонажных тросов лебедками составляет 25 м/мин. Однако, эта скорость выбирания троса предназначена для выбора тросов после подъема якоря для экстренного ухода земснаряда с прорези для пропуска судов. Рабочий диапазон скорости выбирания троса находится в пределах 5 – 12.5 м/мин.

7.2.4 Коэффициент наполнения черпака грунтом определяется как отношение объема грунта в черпаке, приведенного к состоянию естественного залегания, к вместимости черпака:

$$K_{\Gamma} = \frac{V_{\Gamma P}^q}{\omega_q \cdot K_p},$$

где $V_{\Gamma P}^q$ - объем грунта в черпаке по замеру, м³;

K_p - коэффициент разрыхления грунта в черпаке, средние величины которого приведены в табл. 7.1;

ω_q - вместимость черпака, м³.

Таблица 7.1

Среднее значение коэффициента разрыхления грунта при разработке многочерпаковым земснарядом

Грунт	Группа по трудности разработки	Коэффициент разрыхления
Илы всех наименований, супеси текучие, суглинки и глины текучепластичные, скрытотекущие	1, 2, 3, 4, 5	1,00 – 0,90
Суглинки и глины тугопластичные, супеси пластичные с гравием	3, 4	1,10 – 1,20
Пески всех наименований, ракушечно- песчаные грунты	2, 3, 4	1,05 – 1,10
Супеси полутвердые и твердые	4, 5	1,10 – 1,20
Суглинки и глины полутвердые	6	1,20 – 1,25
Гравий, галька, галечные грунты, грунты гравийно - глинистые, гравийно- супесчаные	4, 6	1,10 – 1,20
Сцементированные песчаники, взорванная скала	7	1,30 - 1,45

На связных грунтах коэффициент наполнения черпака может превышать единицу (наполнение черпака с шапкой).

На несвязанных грунтах коэффициент наполнения черпака рассчитывается по формуле:

$$K_F = \frac{\omega_B}{\omega_q \cdot K_p} ,$$

где ω_B - водовместимость черпака, м³, которая меняется с углом наклона рамы (с глубиной разработки).

Усредненное значение коэффициента водовместимости приведено в нижней части рисунка 7.5.

7.2.5 Скорость черпаковой цепи зависит от вида разрабатываемого грунта и условий производства работ.

В процессе разработки грунта скорость черпаковой цепи должна поддерживаться максимально возможной в данных условиях производства работ.

В табл. 7.2 приведены относительные скорости черпаковой цепи, полученные по результатам натурных наблюдений.

Таблица 7.2

Относительная скорость черпаковой цепи

Группа грунтов по трудности разработки	1 - 3	4 - 5	6	7
Относительная скорость цепи $\frac{n_\phi}{n_n}$	0,95 – 0,85	0,80 – 0,70	0,65 – 0,60	0,55 – 0,50

Примечание: n_ϕ - средняя скорость черпаковой цепи, черп/мин;

n_n - паспортная максимальная скорость черпаковой цепи, черп/мин.

7.2.5.1 При разработке сильно прилипаемых грунтов, скорость черпаковой цепи необходимо поддерживать близкой к паспортной, уменьшая перемещение земснаряда вперед на 20%.

7.2.5.2 При разработке грунтов с включениями в виде валунов, скорость черпаковой цепи необходимо снизить на 15 – 20%.

7.2.5.3 При разработке тонкого слоя (толщина срезаемого слоя меньше или равна вылету черпака) на малых глубинах необходимо учитывать, что резание грунта происходит на шельфе и это создает повышенную опасность сброса черпаковой цепи с нижнего черпакового барабана.

7.2.5.4 При разработке тонкого слоя ($h_{СЛ} \leq a_{Ч}$, где $a_{Ч}$ - вылет черпака) величина перемещения земснаряда вперед не должна превышать длину шлейфа черпаковой цепи (рисунок 7.6). Скорость черпаковой цепи должна поддерживаться максимально возможная, так как после выхода черпака из зацепления с грунтом угол наклона плоскости зева черпака отрицателен (рисунок 7.7).

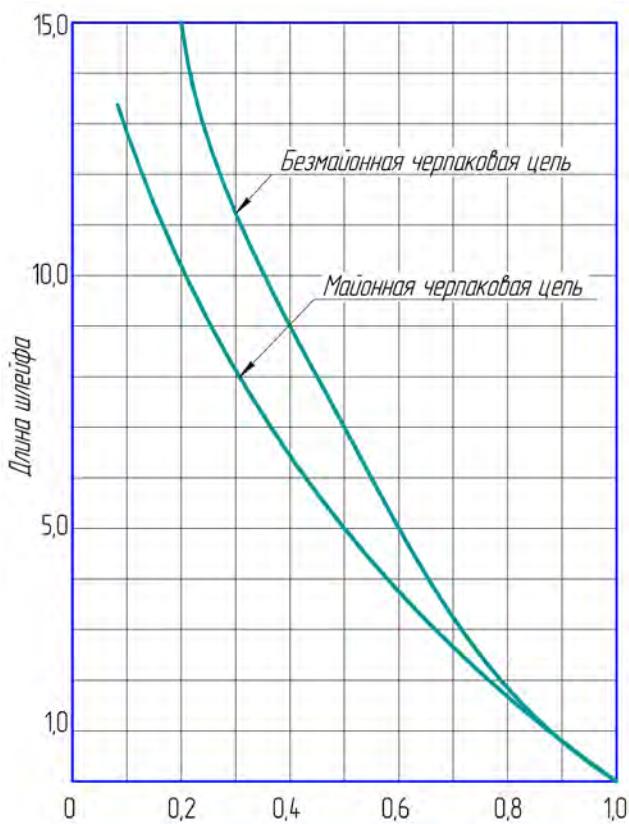


Рис. 7.6 Длина шлейфа черпаковой цепи, где по горизонтальной оси отложено отношение заглубления черпака к его максимально возможному заглублению

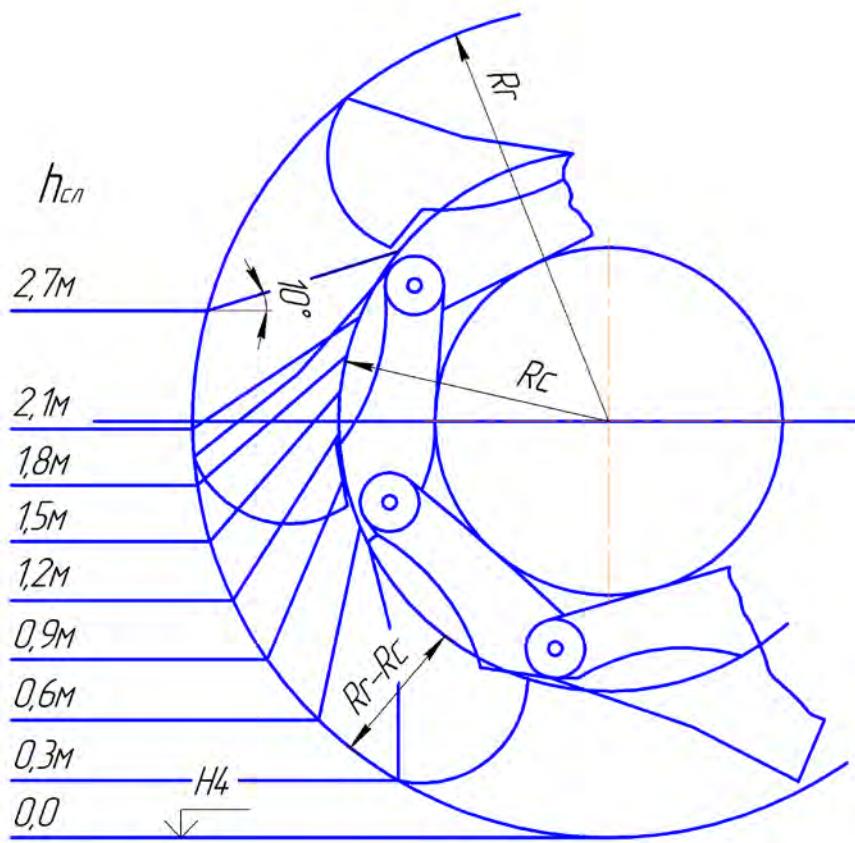


Рис.7.7 Углы наклона плоскости зева черпака при выходе из грунта при различных значениях толщины снимаемого слоя, где:

h_{CL} - толщина разрабатываемого слоя, м; R_C , R_f – радиусы черпаковой цепи;

$H4$ – заглубление черпака в грунт

7.2.5.5 Скорость папильонирования рассчитывается по формуле:

$$V_{II} = \frac{0.4 \cdot n_q \cdot \omega_q}{P_a \cdot h_{CL}},$$

где n_q - скорость черпаковой цепи, черп/мин;

ω_q - вместимость черпака, м^3 ;

P_a - перемещение земснаряда вперед, м;

h_{CL} - толщина разрабатываемого слоя, м.

Если вычисленная скорость папильонирования меньше, чем 0,5 м/мин, необходимо уменьшить величину перемещения земснаряда вперед.

7.2.5.6 При толщине разрабатываемого слоя более 1,4 м, для предотвращения упора в грунт подшипников нижнего черпакового барабана, угол разворота земснаряда относительно оси прорези должен составлять не менее $25^0 - 30^0$ (рисунок 7.8).

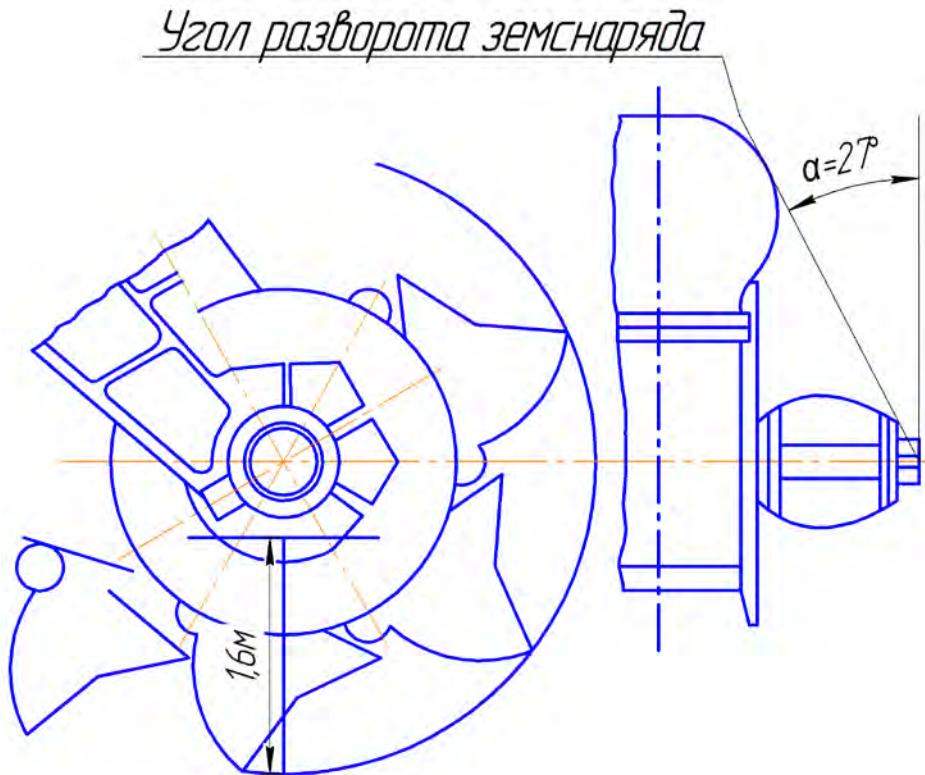


Рис. 7.8 Угол разворота земснаряда при разработки связных грунтов при толщине слоя более 1,6 м у бровки.

7.3. Расчет производственных показателей многочерпакового земснаряда

7.3.1 Расчетная часовая производительность многочерпакового земснаряда определяется по формуле:

$$q_P = q^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdots \cdot K_n,$$

где q^H - нормативная часовая производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$, выбирается исходя из норм на морские дноуглубительные работы по условиям работы согласно техническому заданию (глубина разработки, вид грунта, средняя толщина срезаемого слоя);

K_1, K_2, \dots, K_n - коэффициенты к производительности, учитывающие особые условия производства работ:

- узкая прорезь – ширина менее 70 м;
- наличие включений;
- прорезь на мелководье (тупиковая прорезь);
- разработка «сухого» берега;
- неравномерность срезаемого слоя;
- прилипаемость грунта.

7.3.2 Суточная выработка земснаряда рассчитывается по формуле:

$$Q_C = 24 \cdot q_P \cdot K_{BP},$$

где q_P - расчетная производительность земснаряда, $\text{м}^3/\text{ч}$;

K_{BP} - коэффициент использования рабочего периода земснаряда, определяется отношением частого времени работы земснаряда к продолжительности рабочего периода земснаряда на данном участке:

$$K_{BP} = \frac{T_p - t_{OCT} - t_{\Pi}}{T_p - t_{\Pi}},$$

где T_p - продолжительность рабочего периода земснаряда, ч;

t_{OCT} - продолжительность производственных остановок, ч;

t_{Π} - продолжительность простоев, ч.

7.3.3 В состав производственных остановок многочерпакового земснаряда входят:

- установка (съемка) на участок работ;
- перекладка рабочих якорей;
- осмотр, смазка механизмов и замена изношенных деталей;
- пополнение запасов воды и топлива;
- сдача мусора и льяльных вод;
- ожидание подхода шаланд;
- пропуск судов;

- очистка нижнего черпакового барабана и черпаковой рамы от предметов засоренности;
- стоянка по гидрометеорологическим причинам.

7.3.4 В состав простоев многочерпакового снаряда входят:

- неподготовленность участка работ;
- запреты на работу природоохраных органов;
- отсутствие топлива;
- неукомплектованность экипажа;
- ликвидация последствий аварий и аварийных происшествий.

8 Одночерпаковые штанговые земснаряды. Технология работы и производственные показатели

8.1 Технология работы

8.1.1 Одночерпаковые штанговые земснаряды, в основном применяются для создания траншей и узких прорезей. Разрабатывают все виды грунтов. Разработанный грунт может грузиться в трюм шаланд или на отвал.

8.1.2 Ширина разрабатываемой прорези штанговым земснарядом определяется по формуле:

$$B_P = R_K (\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2),$$

где R_K - радиус копания, м; α_1 - угол поворота экскаваторного устройства в сторону свободного борта, рад (град); α_2 - угол поворота экскаваторного устройства в сторону борта, где пришвартована шаланда, рад (град).

8.1.2.1 В связи с тем, что корпус шаланды выступает за корпус земснаряда, ширину разрабатываемой прорези с борта, где находится шаланда. Следует принимать равной половине ширины корпуса земснаряда. Максимальный угол поворота экскаваторного устройства в сторону свободного борта составляет не более 75^0 градусов (1,30 радиан).

8.1.2.2 Максимальная ширина прорези, разрабатываемая земснарядом с одной стороны, определяется по формуле:

$$B_{MAX} = 0,96 \cdot R_K + 0,5 \cdot B_3,$$

где B_3 - ширина корпуса земснаряда, м.

8.1.3 Рабочая ширина прорези рассчитывается по формуле:

$$B_P = B_0 + h_{CL} \cdot m,$$

где B_0 - проектная ширина прорези, м; h_{CL} - средняя толщина разрабатываемого слоя, м; m - величина заложения откоса.

8.1.4 Радиус копания R_K у землесоса «прямая лопата» определяется по формуле (рисунок 8.1, а):

$$R_K = \Delta l + R_P \cdot \sin \alpha,$$

где Δl - вылет точки опоры рукояти от оси вращения экскаваторного устройства, м; α - угол поворота рукояти, при котором высота гребня находится в пределах допустимого перебора, рад (град); R_p - рабочий вылет рукояти, м, определяемый по формуле:

$$R_p = H_u + \Delta R_p,$$

где H_u - глубина разработки, м; ΔR_p - высота точки опоры рукояти от поверхности воды, м.

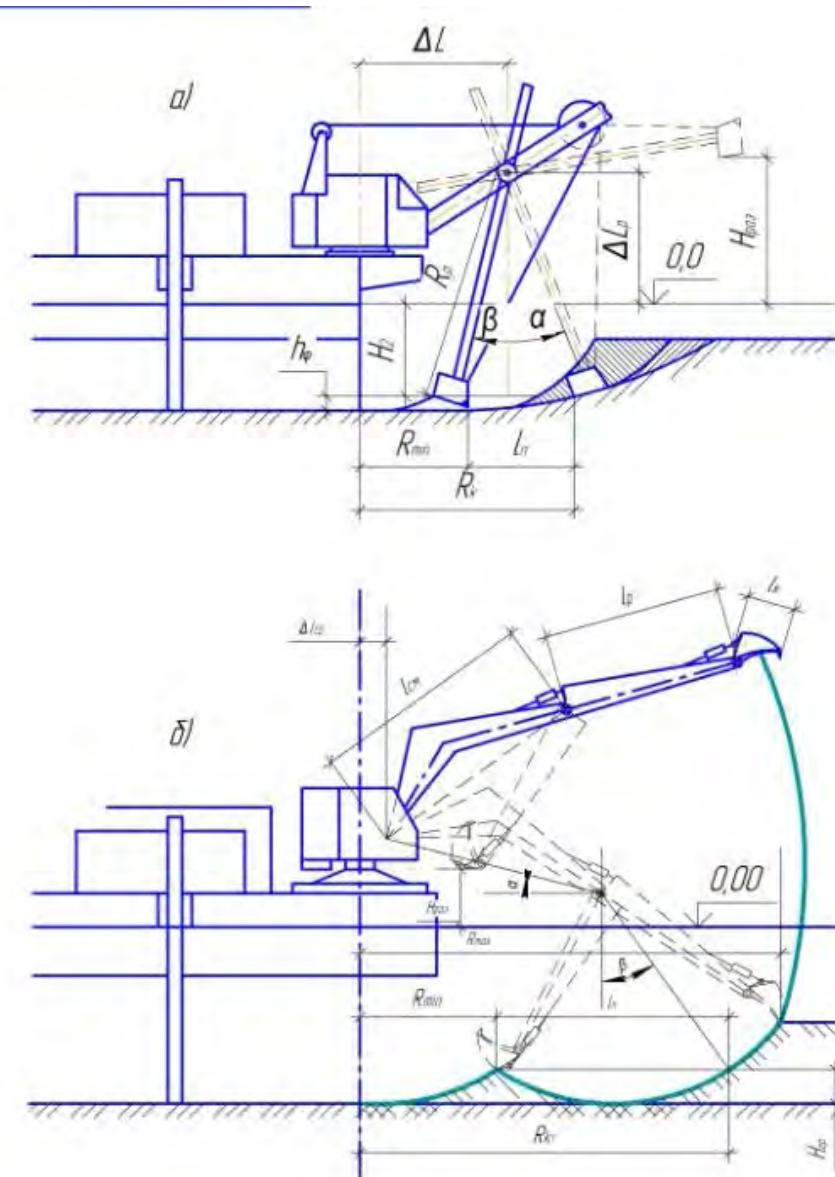


Рис. 8.1 Схема разработки грунта штанговыми земснарядами

R_k - радиус копания; R_p - длина рукоятки; ΔR_p - высота точки опоры рукоятки над уровнем воды; H_{pas} - высота разгрузки; Δl - вылет оси рукояти от оси вращения

платформы; H_g - глубина разработки; h_{rp} - высота гребня; R_{min} - минимальный радиус копания; b_n - ширина разрабатываемой полосы; Δl_{cm} - вылет оси подвески стрелы от оси вращения платформы; l_{cm} - длина стрелы; Δl_p - длина рукояти; l_k - вылет ковша; α - угол наклона стрелы; β - угол поворота рукояти; $R_{k'}$ - радиус копания на уровне проектной отметки; R_{max} - максимальный радиус копания.

В табл. 8.1 приведены значения $R_k = R_p \cdot \sin \alpha$ при величине допустимого перебора $h_g = 0,5m$.

Таблица 8.1

Приращение радиуса копания

Рабочий вылет рукояти, м, R_p	Приращение радиуса копания, м
3	1,6
4	1,9
5	2,3
10	3,2
15	3,9
20	4,5

8.1.4.1 Угол поворота рукояти при заданной высоте гребня (величина перебора) определяется по формуле:

$$\alpha = \arccos\left(1 - \frac{h_g}{R_k}\right),$$

где h_g - допустимый перебор по глубине (высота гребня), м.

8.1.5 У земснаряда «обратная лопата» (рисунок 8.1, б) максимальный радиус копания рассчитывается по формуле:

$$R_k = l_{ct} + R_p \cdot \sin \beta,$$

где l_{ct} - длина стрелы, м;

β - угол поворота рукояти, рад (град);

R_p - длина рукояти, м.

Величина максимального радиуса копания для земснарядов «обратная лопата» может быть выбрана по графику, приведенному на рисунке 8.2.

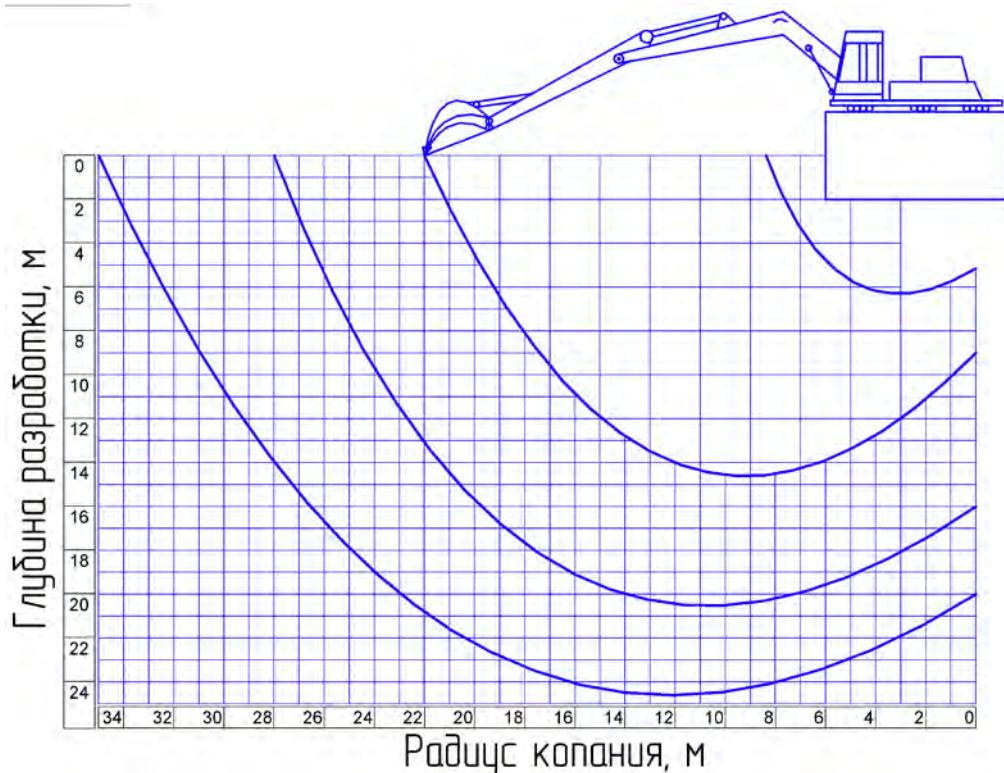


Рис. 8.2 Радиус копания штангового земснаряда «обратная лопата»

8.1.6 Максимальная ширина разрабатываемой прорези штанговым земснарядом с одной стоянки рассчитывается по формуле:

$$B_{MAX} = 0,95 \cdot R_K + 0,5 \cdot B_3 ,$$

где R_K - радиус копания, м;

B_3 - ширина корпуса земснаряда, м.

8.1.6.1 Если рабочая ширина прорези больше максимальной ширины разработки земснаряда, $B_P > B_{MAX}$, определяется количество серий по формуле:

$$n_{CEP} = \frac{B_P}{B_{MAX} - 5} ,$$

8.1.6.2 Количество серий определяется до целой величины, и ширина серии рассчитывается по формуле:

$$B_{CEP} = \frac{B_p}{n_{CEP}} + 5,$$

где 5 – ширина перекрытия по ширине между смежными сериями, м.

8.1.7 Угол разворота экскаваторного устройства при выходе на бровку рассчитывается по формуле:

$$\alpha_p = \text{Arc sin} \left(\frac{B_p - 0,5 \cdot B_3}{R_k} \right),$$

где B_p - рабочая ширина прорези, м;

B_3 - ширина земснаряда, м;

R_k - радиус копания, м.

8.1.8 Разработка котлованов с шириной прорези, разрабатываемой земснарядом с одной стоянки (рисунок 8.3), производится сериями с шириной полосы перекрытия, равной 5 метрам.

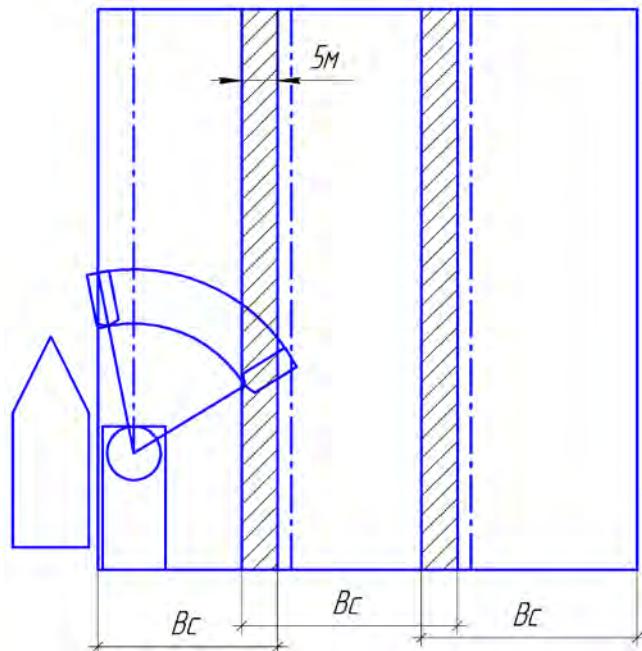


Рис. 8.3 Разработка прорези большой ширины

B_c - ширина серии; 5м – ширина полосы перекрытия между сериями.

8.1.9 Ширина прорези на мелководье или в сухом береге при погрузке разработанного грунта в шаланду определяется по формуле (рисунок 8.4):

$$B = B_3 + B_{ш} + 10 ,$$

где B_3 - ширина корпуса земснаряда, м;

$B_{ш}$ - ширина корпуса шаланды, м;

10 – запас ширины между бровкой и корпусами судов, м.

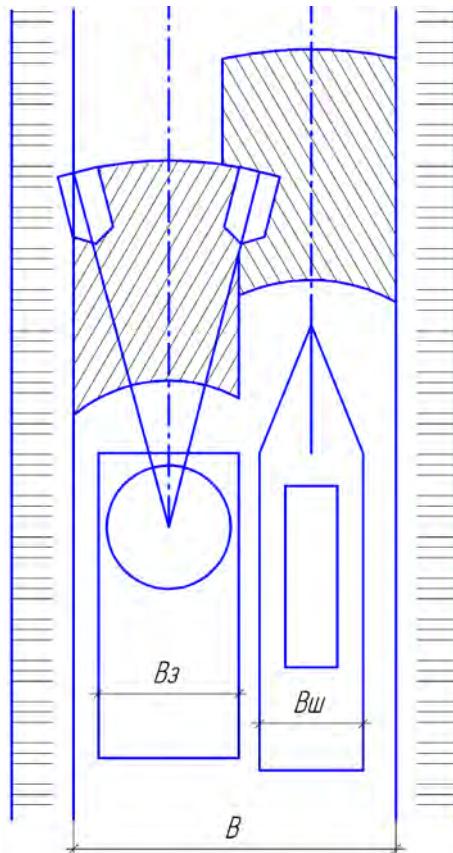


Рисунок 8.4 Разработка прорези на мелководье и в сухом береге

B - ширина прорези; B_3 - ширина земснаряда; $B_{ш}$ - ширина шаланды; 10 – запас ширины между бровкой и корпусами судов

8.1.10 Разработка траншеи с заданным уклоном выполняется уступами, длина уступа рассчитывается по формуле:

$$l_{УСТ} = \frac{\Delta h}{i} ,$$

где Δh - высота уступа, м;

i - заданный уклон.

Высоту уступа рекомендуется принимать в пределах 1,0 м, при этом длина уступа должна быть не менее чем 3,0 метра (рисунок 8.5).

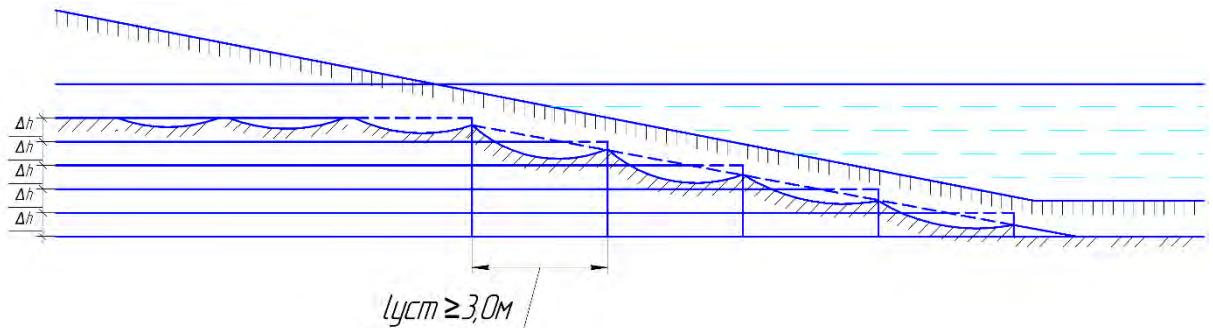


Рис. 8.5 Схема разработки траншеи с заданным уклоном

8.1.11 На прорези земснаряд устанавливается по оси на сваях и якорях

В процессе разработки грунта земснаряд удерживается на сваях, в период передвижки по оси прорези – на якорях.

8.2 Расчет технологических параметров

8.2.1 Толщина разрабатываемого слоя на профиле определяется по плану промера и рассчитывается по формуле:

$$h_{CL} = \frac{\sum_{i=1}^n (H_0 - H_\phi)}{n} + h_g ,$$

где h_{CL} - средняя толщина срезаемого слоя, м;

H_0 - проектная глубина прорези, м;

H_ϕ - фактическая глубина на профиле, м;

n - количество точек на профиле;

h_g - величина допустимого перебора, м.

8.2.2 Глубина разработки рассчитывается по формуле:

$$H_q = H_0 + \Delta H + h_g$$

где ΔH - поправка на колебание уровня воды, м.

8.2.3 Максимальная ширина разрабатываемой полосы с одной стоянки земснаряда рассчитывается по формуле:

$$B_n = 1,1 \cdot R_p \cdot \sqrt{1 - \left(1 - \frac{h_g}{R_p}\right)^2}$$

где R_p - рабочий вылет рукояти, м;

h_g - величина допустимого перебора (высота гребня), м.

В табл. 8.2 приведены данные о ширине разрабатываемой полосы при допустимом переборе, равном 0,5 м.

Таблица 8.2

Максимальная ширина разрабатываемой полосы земснарядом «прямая лопата»

Рабочий вылет рукояти, м	Максимальная ширина разрабатываемой полосы
3	1,7
5	2,2
10	3,2
15	3,6
20	4,0
25	5,0

Примечание: при других значениях рабочего вылета рукояти ширина разрабатываемой полосы определяется интерполяцией.

8.2.4 Ширина разрабатываемой полосы с одной стоянки земснаряда «обратная лопата» рассчитывается по формуле:

$$B_n = 2 \cdot R_p \cdot \sqrt{1 - \left(1 - \frac{h_g}{R_p}\right)^2},$$

где R_p - длина рукояти, м;

h_g - величина допустимого перебора по глубине, м.

В табл. 8.3 приведены значения минимальной ширины разрабатываемой полосы с одной стоянки земснаряда «обратная лопата».

Таблица 8.3

Максимальная ширина разрабатываемой полосы земснарядом «обратная лопата»

Длина рукояти, м	Максимальная ширина разрабатываемой полосы, м
3	3,4
5	4,4
10	6,4
15	7,2

Примечание: при другой длине рукояти значение разрабатываемой полосы определяется интерполяцией.

8.3. Производственные показатели одночерпаковых земснарядов

8.3.1 В состав производственных показателей одночерпаковых земснарядов входят:

- часовая производительность, м³/ч;
- продолжительность цикла, ч;
- коэффициент использования рабочего периода;
- суточная выработка, м³/сут.

8.3.2 Производительность одночерпаковых земснарядов за цикл рассчитывается по формуле:

$$q_{\Pi} = \frac{\omega_K \cdot K_{\Gamma}}{t_{\Pi}},$$

где ω_K - вместимость ковша, м³;

K_{Γ} - коэффициент использования вместимости ковша, определяется как отношение объема грунта в ковше, приведенного к состоянию естественного залегания, к вместимости ковша:

$$K_{\Gamma} = \frac{V_{\text{TP}}}{\omega_K \cdot K_P},$$

где V_{TP} - объём грунта в ковше по замерам, м³;

K_p - коэффициент, учитывающий разрыхление грунта;

t_Q - продолжительность цикла работы земснаряда, ч, рассчитываемая по формуле:

$$t_Q = t_0 + t_{PE3} + t_\Pi + 2 \cdot t_{PA3B} + t_{VYGR} ,$$

где t_0 - продолжительность опускания рукояти (стрелы), ч;

t_{PE3} - продолжительность резания грунта, ч;

t_Π - продолжительность подъема ковша до высоты разгрузки, ч;

t_{PA3B} - продолжительность поворота экскаватора от места разработки к месту разгрузки, ч;

t_{VYGR} - продолжительность выгрузки ковша, ч.

8.3.3 Часовая производительность одночерпакового земснаряда рассчитывается по формуле:

$$q = q_Q \cdot \frac{1}{1 + \frac{q_Q \cdot t_{PER}}{B_P \cdot h_{CL} \cdot P_a}} ,$$

где q_Q - производительность земснаряда за цикл, м³/ ч;

t_{PER} - продолжительность передвижки земснаряда, ч;

B_P - рабочая ширина прорези, м;

h_{CL} - средняя толщина прорези, м;

P_a - величина перемещения земснаряда вперед, м.

8.3.4 Коэффициент использования рабочего периода одночерпакового земснаряда рассчитывается по формуле:

$$K_{BP} = \frac{T_p - t_{OCT} - t_\Pi}{T_p - t_\Pi}$$

где T_p - продолжительность пребывания земснаряда на участке работ, ч;

t_{OCT} - продолжительность производственных остановок, ч;

t_{II} - продолжительность простоя, ч.

В состав производственных остановок одночерпаковых земснарядов входят:

- установка (съемка) на участок работ;
- осмотр, смазка механизмов, замена изношенных деталей;
- пополнение запасов воды и топлива;
- ожидание подхода шаланд;
- пропуск судов;
- стоянки по гидрометеорологическим причинам.

8.3.5 К простою земснаряда относится:

- запрет производства работ природоохранными органами;
- ликвидация последствий аварий и аварийных происшествий;
- неукомплектованность экипажа земснаряда или шаланды;
- отсутствие топлива.

Суточная выработка земснаряда рассчитывается по формуле:

$$Q_C = 24 \cdot q \cdot K_{BP}$$

9 Грейферные земснаряды. Технология работы и производственные показатели

9.1 Технология работы

9.1.1 Грейферные земснаряды используются для разработки котлованов, траншей, подчистки прикордоновой полосы у причалов, отсыпки подушки под гидротехнические сооружения.

9.1.2 Максимальная ширина прорези, разрабатываемой с одной стоянки грейферным землесосом вычисляется по формуле:

$$B_{MAX} = 2 \cdot R_{MAX},$$

где R_{MAX} - максимальный вылет стрелы крана, м.

Если ширина котлована больше ширины прорези, которую может разработать земснаряд с одной стоянки, котлован разбивается на серии.

9.1.3 земснаряд устанавливается на оси прорези на четырех или трех якорях.

При работе у стенок гидротехнических сооружений земснаряд пришвартовывается к стенке.

Положение бровок прорези определяется по углу поворота крана относительно оси прорези и вылету стрелы.

Погрузка разрабатывающего грунта производится в трюм шаланды, у самоходных – в собственный трюм. Возможна работа на отвал.

9.1.4 Разработка слоя грунта ведется отдельными воронками. Толщина срезаемого грейфером слоя грунта зависит от плотности сложения грунта и массы грейфера.

Каменистый грунт разрабатывается многочелостным грейфером.

Для обеспечения более ровной поверхности дна разработка ведется с перекрытием следов (рисунок 9.1).

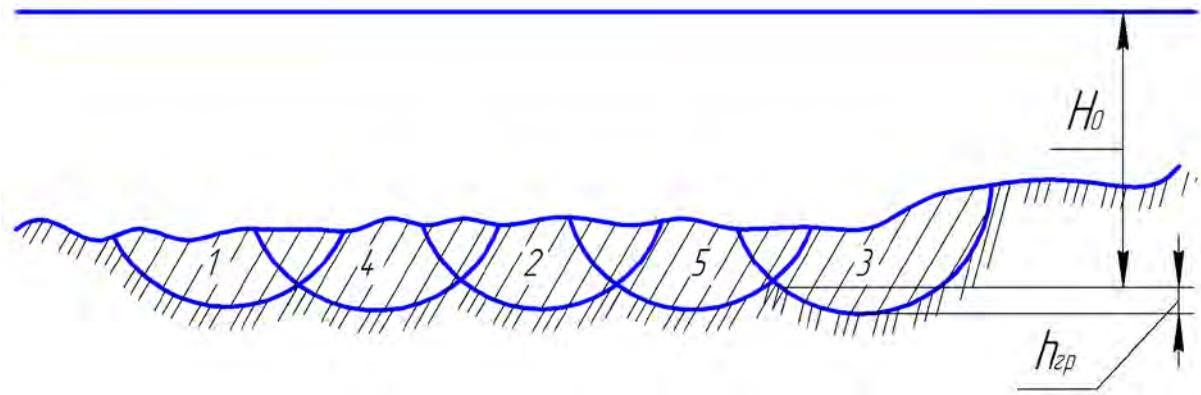


Рис. 9.1 Схема разработки грунта грейфером:

H_0 - проектная глубина прорези; h_{zp} - высота гребня.

9.1.5 Ширина разрабатываемой полосы с одной стоянки земснаряда (рисунок 9.2) определяется зависимостью:

$$B_\Pi = R_{MAX} - 1,2 \cdot R_{MIN},$$

где R_{MIN} - минимальный вылет стрелы, м.

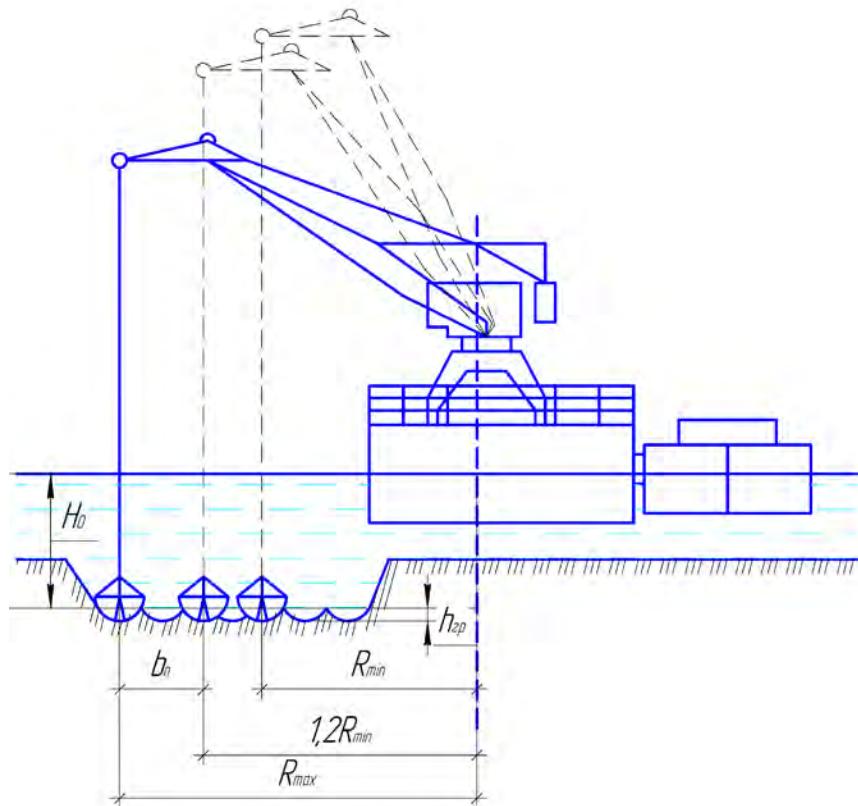


Рис. 9.2 Параметры работы грейферного земснаряда:

R_{MAX} - максимальный радиус копания; R_{MIN} - минимальный радиус копания; b_{Π} - ширина разрабатываемой полосы; H_0 - проектная глубина прорези;
 h_{ep} - высота гребня

При работе на постоянном вылете стрелы, ширина разрабатываемой полосы составляет 0,8 ширины грейфера:

$$B_{\Pi} = 0,8 \cdot B_{GP},$$

где B_{GP} - ширина грейфера, м.

9.1.6 Перемещение земснаряда вперед производится после разработки полосы, оно не должно превышать ширину разработанной полосы и рассчитывается по формуле:

$$P_a = R_{MAX} - 1,2 \cdot R_{MIN} - 0,5,$$

9.2. Расчет технологических параметров работы грейферного земснаряда

9.2.1 Толщина разрабатываемого слоя на профиле определяется по плану промера и рассчитывается по формуле:

$$h_{CL} = \frac{\sum_{i=1}^m H_0 - H_{\phi}}{n} + h_g,$$

где H_0 - проектная глубина прорези, м;

H_{ϕ} - фактическая глубина прорези, м;

n - количество точек измерений глубин на профиле;

h_g - величина допустимого перебора по глубине, м.

9.2.2 Глубина разработки рассчитывается по формуле:

$$H_q = H_0 \pm \Delta H + 0,5 \cdot h_g,$$

где H_0 - проектная глубина прорези, м;

ΔH - поправка на колебание уровня моря, м;

h_g - величина допустимого перебора, м.

9.2.3 При толщине разрабатываемого слоя, не превышающей 1,5 м, разработка ведется до проектной глубины с одной стоянки.

При толщине разрабатываемого слоя более 1,5 м разработка выполняется послойно, при этом необходимо стремиться к тому, чтобы толщина последнего слоя была не меньше 1,0 м.

9.2.3.1 Толщина срезаемой грейфером стружки грунта определяется по формуле:

$$h_{CL} = 0,9 \cdot \left(\frac{G}{K_Y} \right) \cdot 0,74 ,$$

где G - вес грейфера, кН;

K_Y - коэффициент удельного сопротивления грунта резанию, рассчитывается по формуле:

для грейфера без зубьев:

$$K_Y = 0,01 \cdot C_q \cdot (1 + 2,6 \cdot l_{PKP}) \cdot [1,36 \cdot (1 + 0,3 \cdot \delta_p)] ,$$

для грейфера с зубьями:

$$K_Y = 0,01 \cdot C_q \cdot (1 + 2,6 \cdot l_{PKP}) - 1,47 ,$$

где: l_{PKP} - длина режущей кромки грейфера, м;

δ_p - толщина режущей кромки грейфера, мм;

C_q - коэффициент, определяемый по графику, приведенному на рисунке

9.3.

9.2.4 При большой ширине котлована разработка ведется по сериям с полосой перекрытия не менее 5,0 м.

Количество серий рассчитывается по формуле:

$$n_{CEP} = \frac{B_p}{B_{MAX} - 5} ,$$

где B_p - рабочая ширина котлована, м;

B_{MAX} - максимальная ширина прорези, м;

5 – ширина полосы перекрытия между сериями, м.

Количество серий округляется до целой величины и определяется ширина серии по формуле:

$$n_{CEP} = \frac{B_p}{n_{MAX}} + 5 ,$$

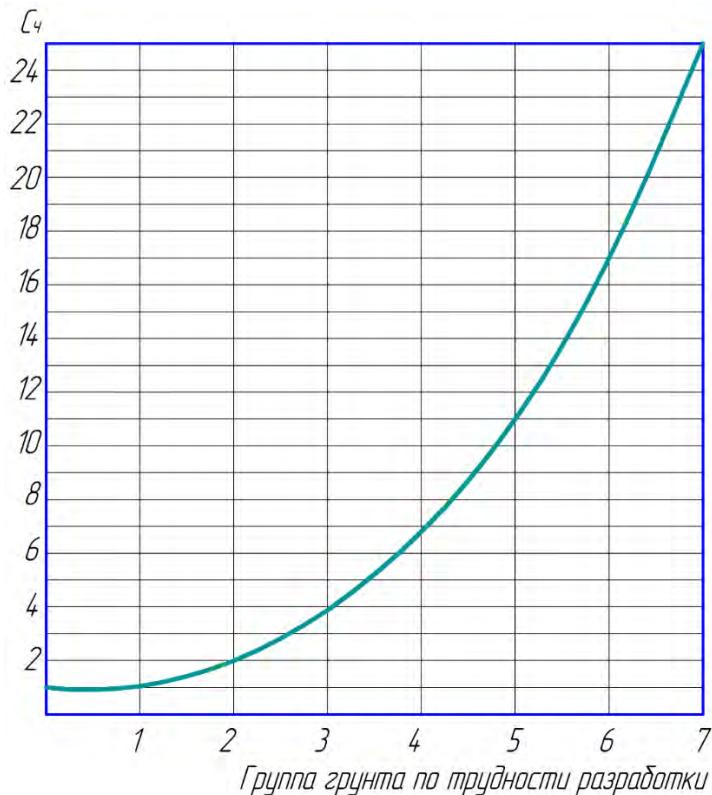


Рис. 9.3 График изменения коэффициента C_q

9.2.5 Угол поворота крана при выходе на бровку рассчитывается по формуле:

$$\alpha_{II} = Arc \sin \left(\frac{B_c}{R_{MAX} + R_{MIN}} \right) ,$$

где R_{MAX} - максимальный радиускопания, м;

R_{MIN} - минимальный радиускопания, м.

9.2.6 Приращение поворота крана после каждой экскавации рассчитывается по формуле:

$$\Delta\alpha = 43 \cdot \frac{B_{GP}}{R_{CP}} ,$$

где B_{GP} - ширина грейфера, м;

R_{CP} - средний радиус копания, м, рассчитывается по формуле:

$$R_{CP} = \frac{R_{MAX} + R_{MIN}}{2} ,$$

где R_{MAX} - максимальный радиус копания, м;

R_{MIN} - минимальный радиус копания, м.

9.3. Производственные показатели работы грейферных земснарядов

9.3.1 Производительность за цикл рассчитывается по формуле:

$$q_{Ц} = \frac{\omega_{GP} \cdot K_{\Gamma}}{t_{Ц}} ,$$

где ω_{GP} - вместимость грейфера, м³;

K_{Γ} - коэффициент использования вместимости грейфера, рассчитываемый по формуле:

$$K_{\Gamma} = \frac{V_{GP}}{\omega_{GP} \cdot K_p} ,$$

где V_{GP} - объём грунта в грейфере по замерам, м;

K_p - коэффициент разрыхления грунта;

$t_{Ц}$ - продолжительность цикла, ч, рассчитываемая по формуле:

$$t_{Ц} = t_0 + t_{РЕЗ} + t_{П} + 2 \cdot t_{ПОВ} + t_{ВЫГР} ,$$

где t_0 - продолжительность опускания грейфера с высоты разгрузки до поверхности грунта, ч;

$t_{РЕЗ}$ - продолжительность резания грунта, ч;

$t_{П}$ - продолжительность подъема заполненного грейфера до уровня разгрузки, ч;

$t_{ПОВ}$ - продолжительность поворота крана от места разработки до места разгрузки, ч;

$t_{выгр}$ - продолжительность выгрузки грейфера, ч.

9.3.2 Часовая производительность грейферного якорного земснаряда рассчитывается по формуле:

$$q = q_{Ц} \cdot \frac{1}{1 + \frac{q_{Ц} \cdot t_{ПЕР}}{B_p \cdot h_{СЛ} \cdot P_a}},$$

где $q_{Ц}$ - производительность земснаряда за цикл, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$t_{ПЕР}$ - продолжительность передвижки земснаряда вперед, ч;

B_p - рабочая ширина прорези, м;

$h_{СЛ}$ - толщина разрабатываемого слоя, м;

P_a - перемещение земснаряда вперед, м.

9.3.3 Часовая производительность грейферного самоотвозного земснаряда рассчитывается по формуле:

$$q = \frac{W^H}{t_{Ц}}$$

где W^H - норма загрузки трюма земснаряда, м^3 , рассчитываемая по формуле:

$$W^H = \frac{G - 0,8 \cdot W_m \cdot \rho_B}{\rho_E - \rho_B},$$

где G - грузоподъёмность земснаряда, т;

W_m - вместимость трюма земснаряда, м^3 ;

ρ_B - плотность воды, $\text{т}/\text{м}^3$;

ρ_E - плотность грунта в состоянии естественного залегания, $\text{т}/\text{м}^3$.

$t_{Ц}$ - продолжительность цикла работы земснаряда, ч.

Если по расчету величина W^H окажется больше вместимости трюма, то норма загрузки трюма рассчитывается по формуле:

$$W^H = \frac{W_m}{K_p},$$

где K_p - коэффициент разрыхления грунта, определяется по табл. 9.1.

Таблица 9.1

Коэффициент разрыхления грунтов при погрузке в трюм земснаряда

Наименование грунта	Коэффициент разрыхления
Песок	1,00 – 1,10
Супеси	1,10 – 1,15
Суглинки	1,15 – 1,20
Глины	1,20 – 1,25
Щебень, гравий	1,20
Галька Мергель, известняк	1,30 – 1,35
Дробленая скала	1,40 -1,50

Продолжительность цикла работы земснаряда, ч. Рассчитывается по формуле:

$$t_{Ц} = t_{yc} + t_{п} + K_V \cdot S \cdot t_X^H + t_{PA3},$$

где t_{yc} - продолжительность установки (съемки) земснаряда на участок работ, ч;

$t_{п}$ - продолжительность погрузки трюма, ч, рассчитываемая по формуле:

$$t_{п} = \frac{W^H \cdot \left(1 + \frac{q_{Ц} \cdot t_{PER}}{B_p \cdot h_{CL} \cdot P_a} \right)}{q_{Ц}},$$

где $q_{Ц}$ - производительность кранового устройства за цикл, $\text{м}^3/\text{ч}$;

t_{PER} - продолжительность перемещения земснаряда вперед, ч;

B_p - рабочая ширина прорези, разрабатываемая с одной стоянки, м;

h_{CL} - толщина разрабатываемого слоя, м;

P_a - перемещение земснаряда вперед;

S - дальность транспортировки грунта на отвал, км;

K_V - коэффициент, учитывающий ограничение скорости движения земснаряда на отдельных участках трассы, рассчитываемый по формуле:

$$K_V = \frac{S \cdot V_{CP}}{\sum S_i \cdot V_i},$$

где V_{CP} - средняя паспортная скорость, км/ч;

S_i - длина трассы, на которой ограничена скорость движения земснаряда, км;

V_i - допустимая скорость движения на данном участке трассы, км/ч;

t_{PA3} - продолжительность разгрузки трюма, ч.

9.3.4 Норма времени на 1 км отвозки грунта на отвал и возвращения к месту работы рассчитывается по формуле:

$$t_X^H = \frac{2}{V_{CP} \cdot K_3 \cdot K_{Pm}},$$

где K_3 - коэффициент, учитывающий задержки в пути, выбирается из табл.

4.1 Стандарта.

9.3.5 Коэффициент использования рабочего периода грейферного якорного земснаряда рассчитывается по формуле:

$$K_{BP} = \frac{T_p - t_{OCT} - t_{OST}}{T_p - t_{\Pi}},$$

где T_p - продолжительность пребывания земснаряда на участке, объекте работ, ч;

t_{OCT} - продолжительность производственных остановок, ч;

t_{OST} - продолжительность простоев, ч.

9.3.5.1 В состав производственных остановок якорного грейферного земснаряда входят:

- установка (съемка) на участок работ, ч;
- осмотр, смазка механизмов, замена изношенных деталей, ч;
- перекладка рабочих якорей, ч;
- пополнение запасов воды и топлива, ч;
- ожидание подхода шаланд, ч;

- пропуск судов, ч;
- сдача льяльных вод и мусора, ч;
- стоянки по гидрометеорологическим причинам, ч.

9.3.5.2 К простоям земснаряда относятся:

- запреты на производство работ природоохранными органами;
- неисправность шаланды;
- ликвидация последствий аварий и аварийных происшествий;
- простои из-за отсутствия топлива;
- простои из-за неукомплектованности команды земснаряда или шаланды.

9.3.6 Суточная выработка грейферных земснарядов рассчитывается по формуле:

$$Q_C = 24 \cdot q \cdot K_{BP}$$

10 Основные схемы расстановки земснарядов на участке работ

10.1 Расстановка земснарядов, работающих в одиночку.

10.1.1 Якорные рефулёрные землесосы устанавливаются на пяти якорях.

10.1.1.1 Схемы расстановки якорного папильонажного землесоса с рефулированием грунта на подводный отвал и на береговой отвал приведены на рисунке 10.1.

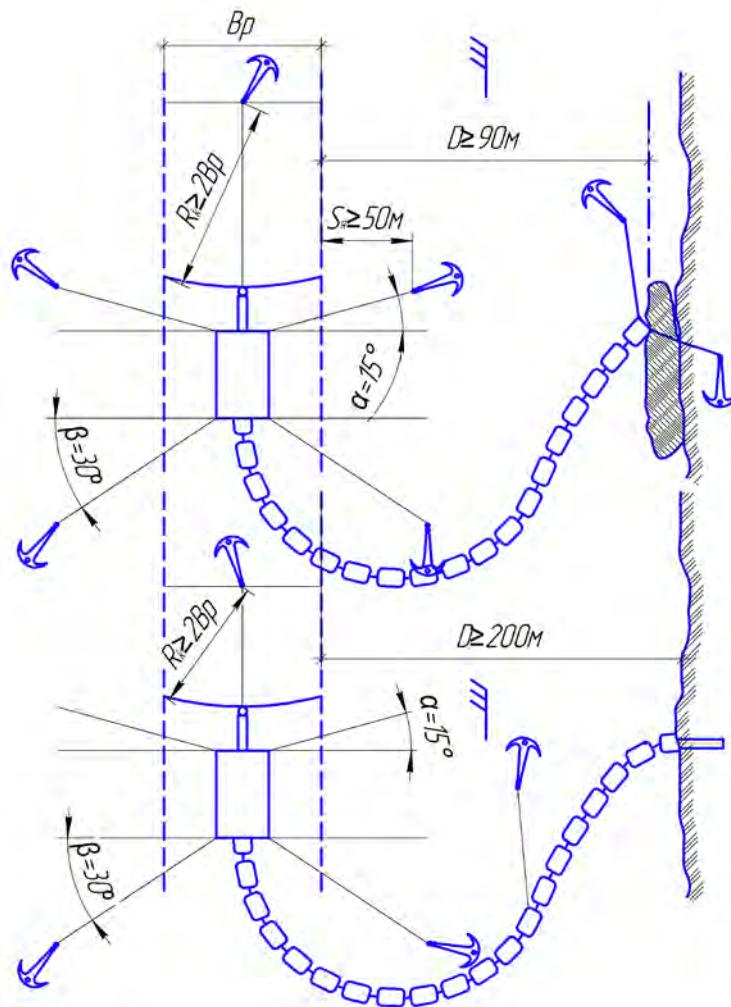


Рис. 10.1 Схемы установки на участке работ папильонажного землесоса с рефулированием грунта на подводный отвал (вверху) и на береговой отвал (внизу):

B_p - рабочая ширина прорези; D - удалённость отвала грунта от бровки прорези;
 R_κ - радиус качания земснаряда на аванте; S_α - дальность завозки рабочего якоря от бровки прорези; α - угол опережения рабочего троса; β - угол отставания рабочего троса.

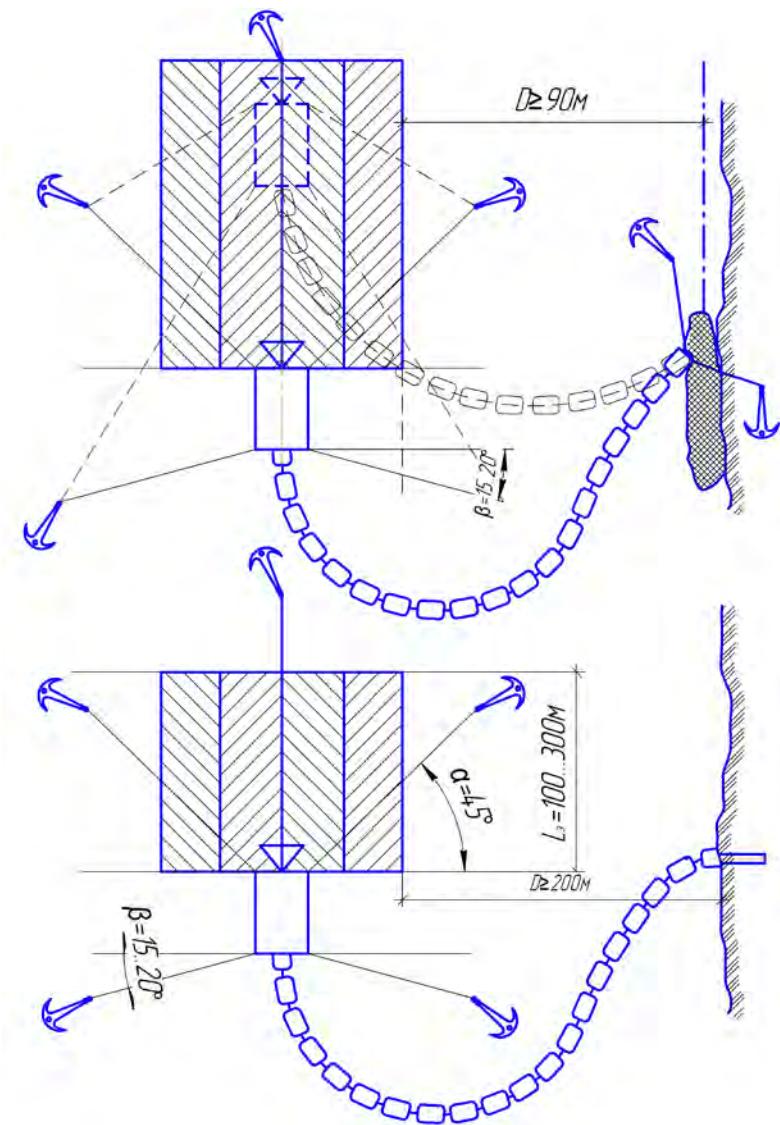


Рис. 10.2 Схемы установки на участке работ траншейного землесоса с рефулированием грунта на подводный отвал (вверху) и на береговой отвал (внизу):

D - удалённость отвала грунта от бровки прорези; α - угол опережения рабочего троса; β - угол отставания рабочего троса; L - длина проходки

10.1.1.2 Схемы расстановки якорного траншейного землесоса с рефулированием грунта на подводный отвал и на береговой отвал приведены на рисунке 10.2.

10.1.2 Одночерпаковые земснаряды устанавливают на трех, четырех якорях или сваях.

10.1.2.1 Установка грейферного самоотвозного земснаряда на участке работ производится самостоятельно.

10.1.2.2 Грейферные земснаряды устанавливаются на участке на трех, четырех якорях или сваях.

10.1.2.3 Штанговые земснаряды устанавливаются на участке на трех сваях.

10.1.3 Якоря завозятся для центровки земснаряда в период передвижки земснаряда на прорези. Схема установки приведена на рисунке 10.3.

10.1.4 Многочерпаковый земснаряд в зависимости от направления течений устанавливается на пяти якорях (4 папильонажных и авантовый).

10.1.5 При наличии течения со стороны носа судна, для исключения набрасывания на урез, дополнительно завозят становой якорь.

10.1.6 При легких грунтах и слабой держащей силе завозится авантовый трос с двумя якорями, соединенными между собой тросом. Схема установки на участке приведена на рисунке 10.4.

10.1.7 Устройства по заглублению папильонажных тросов могут быть использованы при глубинах за бровками разрабатываемой прорези более величины заглубления троса не менее чем на 0,5 м.

10.1.8 При разработке прорези на мелководье дальность закладки папильонажных якорей может быть сокращена до 20 - 50 м.

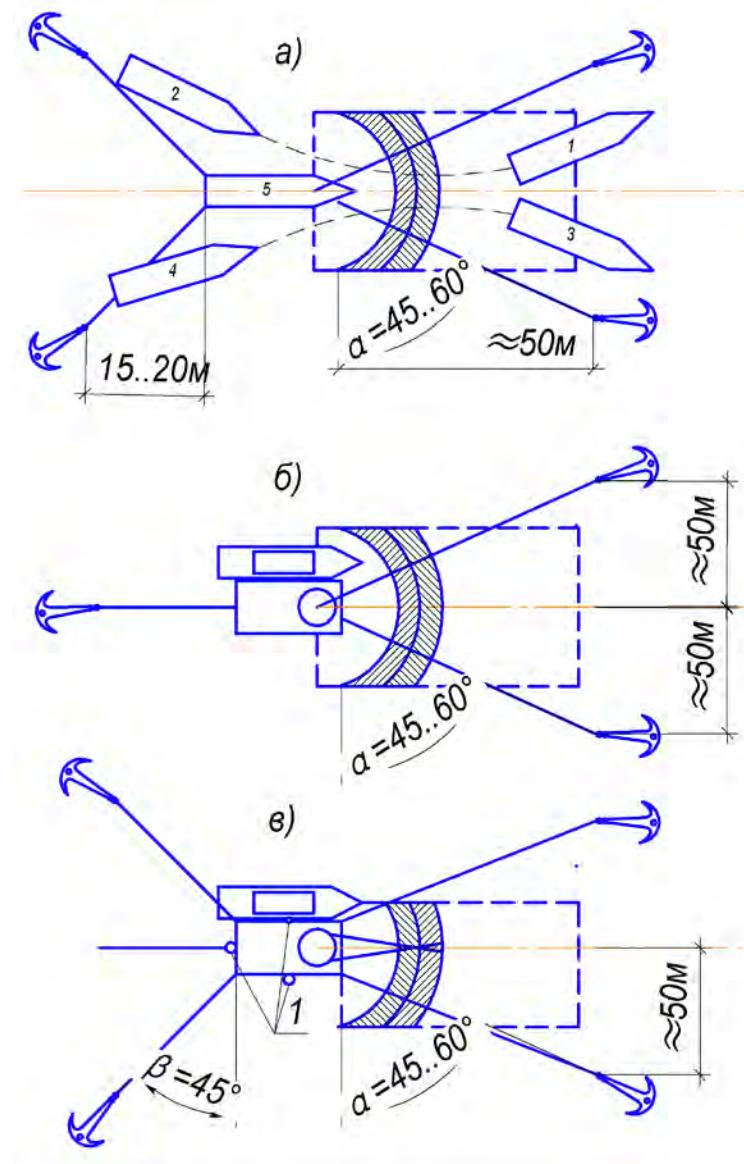


Рис. 10.3 Схемы установки на участке работ одночертаковых земснарядов: грейферного самоотвозного земснаряда «а», грейферного несамоходного земснаряда «б» и штангового земснаряда «в». Цифрой 1 показаны сваи

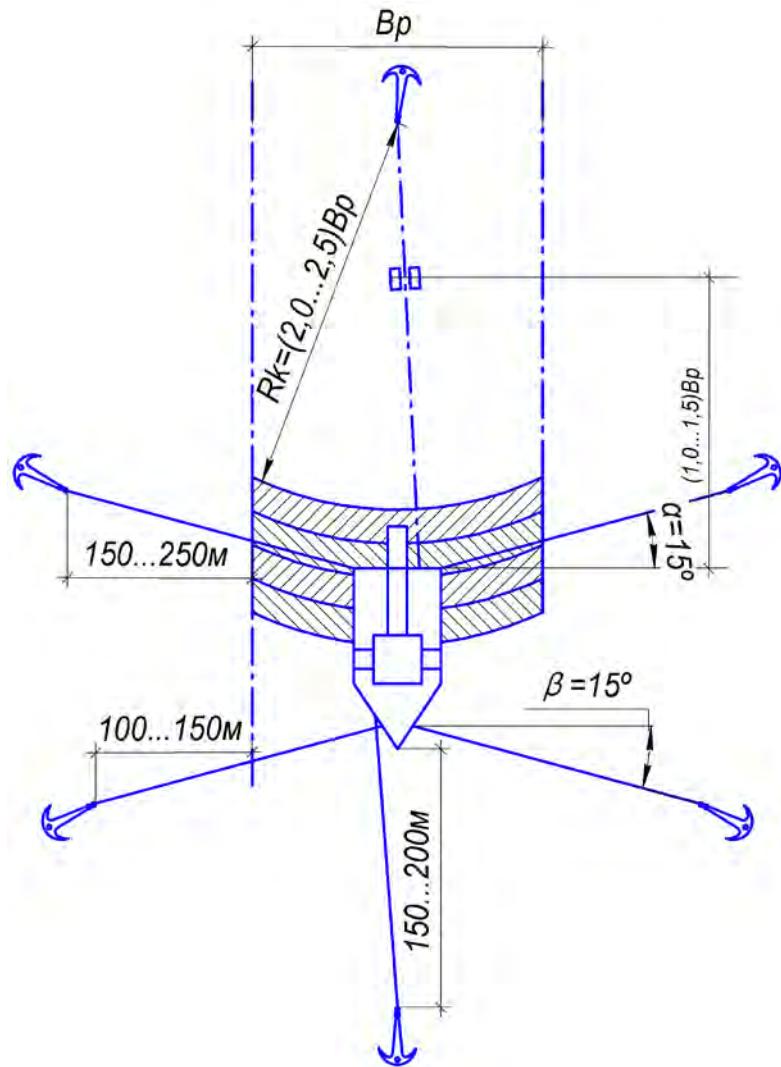


Рис.10.4 Схемы установки на участке работ многочертакового земснаряда:

B_p - рабочая ширина прорези; R_k - радиус качания земснаряда на аванте;
 α - угол опережения рабочего троса; β - угол отставания рабочего троса

10.2 Расстановка земснарядов, работающих парами

10.2.1 При совместной работе самоотвозного землесоса и многочертакового земснаряда - многочертаковый земснаряд выполняет работы в прибрежной части объекта, а самоотвозной землесос - в морской части.

10.2.1.1 Между участками работ земснарядов должна быть оставлена акватория, свободная от рабочих тросов многочертакового земснаряда для разворотов самоотвозного землесоса при смене галсов. В пределах указанной акватории запрещена стоянка судов земкаравана в ожидании подхода к борту многочертакового земснаряда.

10.2.1.2 При выполнении разворота самоотвозным землесосом в зоне работы многочерпакового земснаряда запрещается движение судов к многочерпаковому земснаряду и отход от борта многочерпакового земснаряда. Грунтоотвозные шаланды и другие суда, входящие в состав земкаравана многочерпакового земснаряда, должны делать запрос на право движения мимо самоотвозного землесоса. Схема расстановки при совместной работе самоотвозного землесоса и многочерпакового земснаряда приведена на рисунке 10.5.

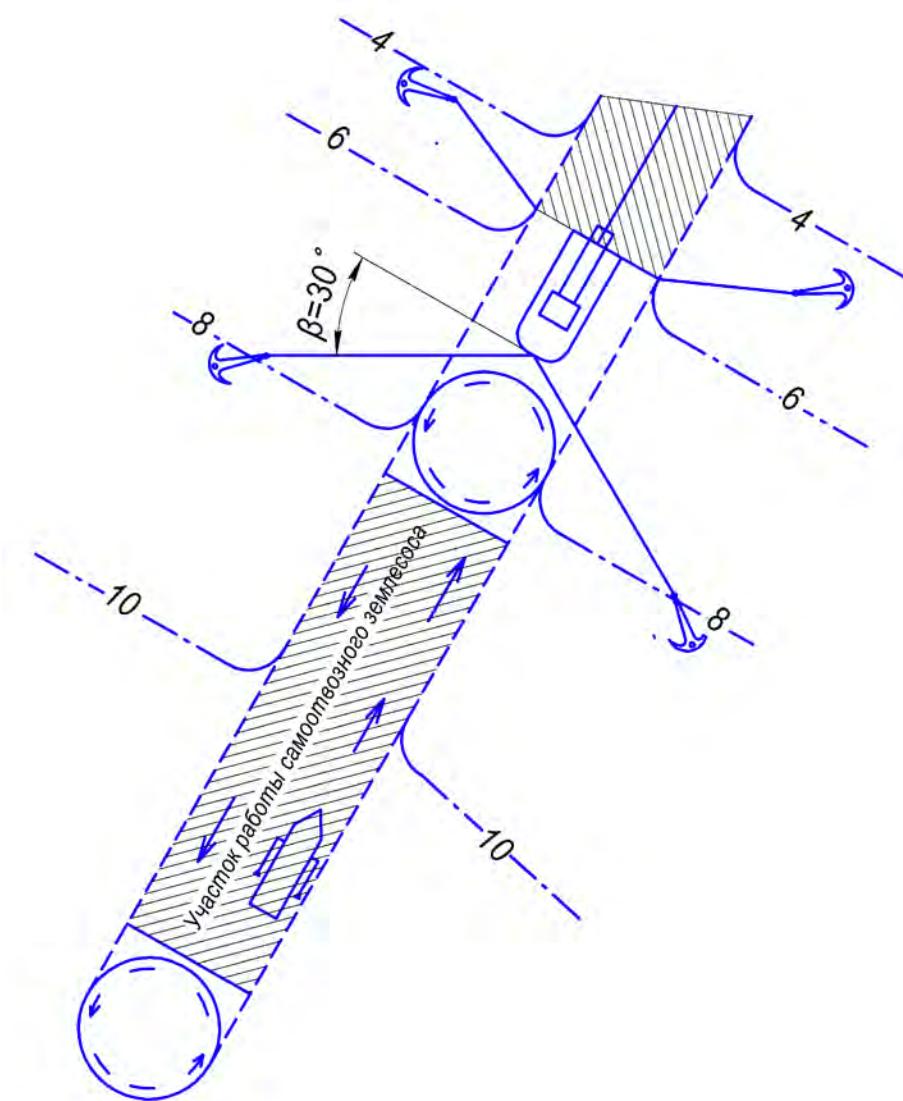


Рис. 10.5 Схема расстановки при совместной работе самоотвозного землесоса и многочерпакового земснаряда

10.2.2 Совместная работа двух самоотвозных землесосов.

10.2.2.1 При длине участка работ более 2 км каждому землесосу выделяют свой участок работ. Во время работы землесосы заранее уведомляют друг друга о разворотах для смены галсов и расхождении на встречных курсах при движении.

10.2.2.2 Прохождение землесоса мимо работающего второго землесоса производится в соответствии с требованиями МППСС – 72.

10.2.2.3 При длине участка работ менее 2,0 км извлечение грунта на участке землесосы выполняют поочередно.

10.2.2.4 После ухода с участка одного землесоса на него заходит второй землесос.

10.2.2.5 Допускается одновременная работа на участке двух землесосов, если ширина прорези более 120 м, разрабатываемый грунт находится на бровках, при этом движение землесосов должно производиться навстречу друг другу по разным бровкам.

10.2.2.6 Заход второго землесоса на участок рекомендуется производить при нахождении первого землесоса более чем на середине участка.

Схема расстановки при совместной работе двух самоотвозных землесосов приведена на рисунке 10.6.

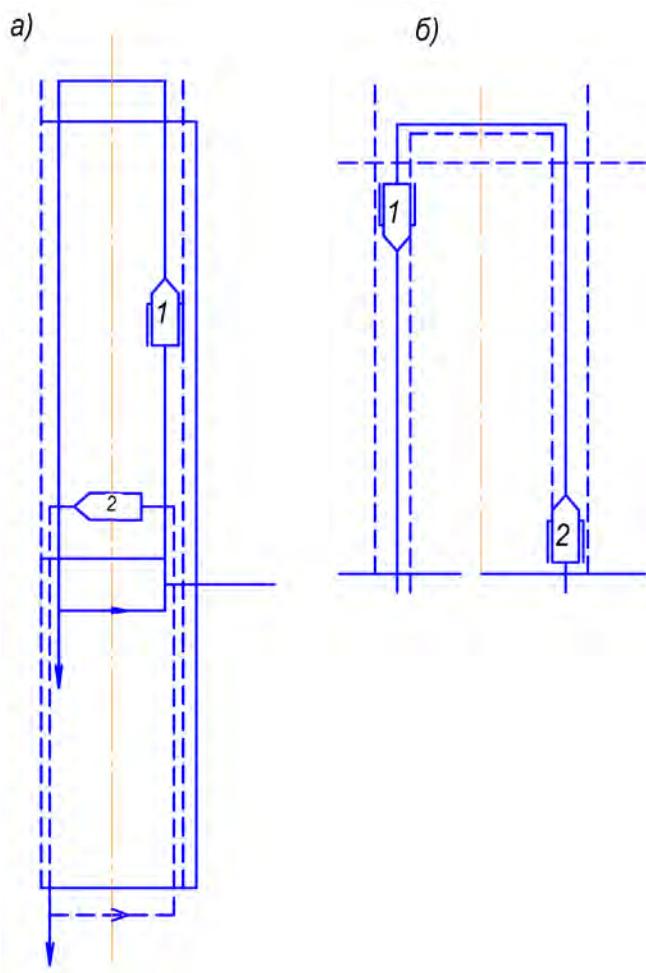


Рис. 10.6 Схема расстановки при совместной работе двух самоотвозных землесосов 1 и 2: на участке большой протяженности – «а»; на участке менее 2 км – «б»

10.2.3 Совместная работа двух многочерпаковых земснарядов или авантово-папильонажных рефуллерных землесоса.

10.2.3.1 При ширине прорези, превышающей 120 м, участок по ширине разбивается на два участка, и земснаряды устанавливаются параллельно друг другу, при этом расстояние между земснарядами должно быть не менее трех длин корпусов шаланд, для обеспечения разворота шаланд при отходе от борта земснаряда на акватории, свободной от рабочих тросов земснарядов.

10.2.3.2 Отход шаланды от впереди работающего земснаряда рекомендуется производить при нахождении земснарядов у противоположных бровок или при движении нижеработающего земснаряда к противоположной бровке.

10.2.3.3 Отход шаланд согласовывается с нижеработающим земснарядом.

10.2.3.4 При параллельной установке двух якорных рефулерных землесосов необходимо учитывать возможность прохода судов мимо земснарядов.

10.2.3.5 При наличии отвала грунта с двух сторон разрабатываемой прорези рефулерные плавучие грунтопроводы завозятся за ближайшую по работе бровку.

10.2.3.6 При отвале только с одной стороны для пропуска судов нижеработающий землесос оттягивается за ось общей прорези, освобождая полностью прорезь, на которой выполняет работы, для прохода судов.

10.2.3.7 При параллельной работе земснарядов рабочие якоря вышеработающего земснаряда пересыпаны авантовым тросом нижеработающего земснаряда, поэтому объём тросов на барабанах папильонажных лебедок должен обеспечивать их перекладку без подтягивания перекладываемых якорей к борту земснаряда. Для предотвращения обрыва или затягивания буйков этих якорей они должны завозиться за пределы судоходной части, иметь повышенную плавучесть и большую длину буевой.

10.2.3.8 При ширине разрабатываемой прорези в пределах 100 - 120 м возможна организация параллельной работы двух земснарядов, разбив прорезь по ширине на два участка, но при этом выработка земснарядов снизится до 90 - 95%.

10.2.3.9 При ширине прорези менее 100 м установка двух земснарядов возможна при их движении в противоположные стороны. При этом в начальный период расстояние между земснарядами должно быть не менее 150 - 200 м (3-4 длины корпуса шаланды) для обеспечения разворота шаланд при подходе (отходе) к земснаряду на акватории, свободной от рабочих тросов. При последовательной работе двух земснарядов расстояние между ними должно быть не менее 400 м, при этом авантовый якорь нижеработающего земснаряда должен завозиться без буйка для предотвращения намотки на винты буевой во время разворота шаланды. Схемы расстановки приведены на рисунках 10.7, 10.8.

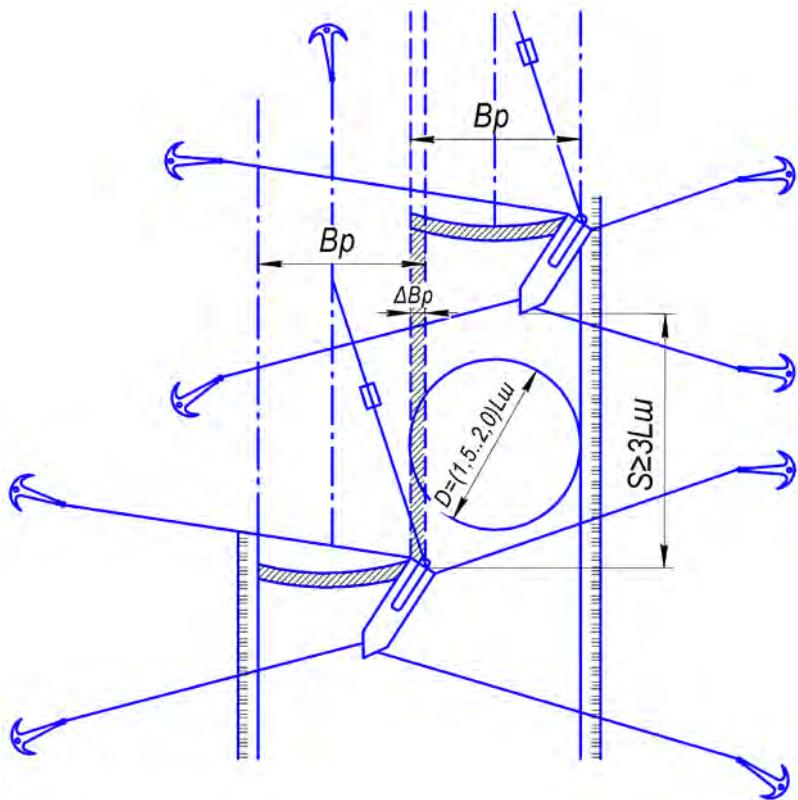


Рис. 10.7 Схема расстановки при совместной работе двух многочерпаковых земснарядов:

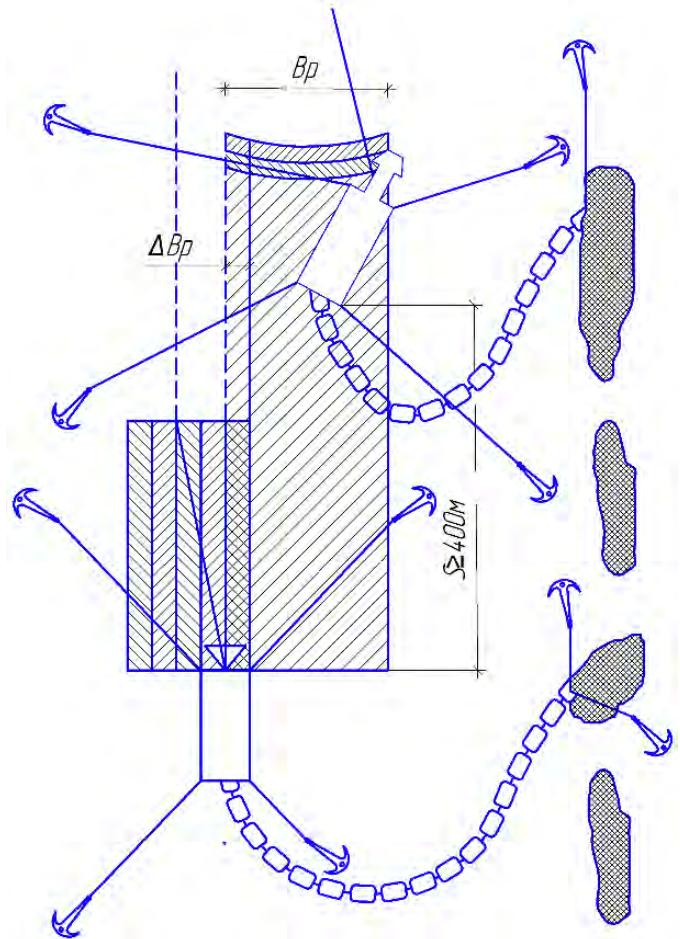
B_p - рабочая ширина прорези земснаряда; ΔB_p - перекрытие прорезей;

S - расстояние между земснарядами; L_u - длина шаланды; D – диаметр разворотного круга

Рис. 10.8 Схема расстановки при совместной работе двух авантово - папильонажных рефуллерных землесоса:

B_p - рабочая ширина прорези земснаряда; ΔB_p - перекрытие прорезей;

S - расстояние между земснарядами



11 Тактико-технические характеристики отечественных и зарубежных земснарядов

Таблица 11.1

Технические характеристики рефулерных землесосов

Характеристика	«ТЕМПИОК»	«КАДОШ»	«ASTRA»	«GIBRALTAR»	«NARVA»	«АКВАМАРИН»	«СЕВЕРНАЯ ДВИНА»
Номер ИМО	8815906	9795725	8305767	8505678	6521848	8514203	9752644
Проект (строит. номер)	Лаувер №684	Damen TSHD1000 №3003	469 (СФРЮ), тип Ирбенский	CO1176	-	№162	Damen TSHD2000 №563252
Класс	KM* R3- RSN hopper dredger	KM(*) Ice1 R1 AUT2 hopper dredger (at $d \leq 3,15m$)	KM(*) L1[1] R1 AUT2 dredger	KM(*) L1[1] AUT2 dredger	KM* L2 R1 dredger	(KM)* R1 dredger	KM(*) Ice1 R1 AUT2 hopper dredger
Основной тип	Земснаря д	Земснаряд/ Саморазгружающее ся	Земснаряд/ Саморазгружающее ся	Земснаряд/ Саморазгружающее ся	Земснаряд/ Саморазгружающее ся/ Грунтовоз	Земснаряд	Земснаряд/ Саморазгружающее ся
Подтип	-	Днищевые люки Пульповый насос Всасывающий	Всасывающий	Всасывающий Днищевые люки Противозагрязнени я Нефть	Всасывающий Днищевые люки Пульповый насос Грунт	Всасывающ ий Грунт	Днищевые люки Всасывающий
Длина, м	59,00	62,05	80,5	110,0	82,0	53,0	80,3
Ширина, м	7,5	14,0	15,1	20,5	14,0	12,0	16,5
Дедвейт, т	538	499	2044	6433	1866	1453	3060
Скорость хода,	6	10,5	12,2	13,0	12,0	12,0	11,0

Характеристика	«ТЕМПИОК»	«КАДОШ»	«ASTRA»	«GIBRALTAR»	«NARVA»	«АКВАМАРИН»	«СЕВЕРНАЯ ДВИНА»
узл							
Осадка, м	2,1/3,7	3,15/4,25	4,2	6,5	4,2	5,0	4,65
Глубина разработки грунта, м	2,5/25	20	до 25	-	-	-	-
Производительность по грунту, м ³ /час	3000	4500	-	-	-	-	-
Вместимость грузового трюма, м ³	300	1000	-	-	-	-	-
Максимальная дальность рефулирования, м	400	700-ренбоу; 1500-грунтопровод	700-грунтопровод	-	-	-	-
Время заполнения грузового трюма, час	3,5	В зависимости от плотности грунта	В зависимости от плотности грунта	-	-	-	-
Спецоборудование	Грузовые люки (число и размер в свету) 1 - 34.0*5.5	Стрелы 2*3тонны , грейферный кран: 12т Объём ковша: 7 3,8м ³	Грузовые люки (число и размер в свету) 7 - 1.8*3.0 7 - 1.8*3.0	Грузовые люки (число и размер в свету) 9 - 3.5*2.5 9 - 3.5*2.5 Краны 1*20.0	Грузовые люки (число и размер в свету) 1 - 22.7*9.0	Грузовые люки (число и размер в свету) 1 - 17.0*8.8	Грузовые люки (число и размер в свету) 5 - 4.3*2.9 Краны 2*12.0

Таблица 11.1
(Продолжение)

	«АРТЕМИЙ ВОЛЫНСКИЙ»	Земснаряд RDB 66.42	«ПЁТР САБЛИН»	«ИВАН ЧЕРЕМИСИНОВ»	«УРЕНГОЙ»
Номер ИМО	-	-	-	9246657	PPP 185106
Проект (строит. номер)	IHC Beaver 65DDSP	RDB 66.42	Damen CSD 650	-	CO-805
Класс	Земснаряд	O 2,0 (лед 40) A	RE*R3 Dredger	KM* R3 hopper dredger	M-ПР2,5
Основной тип	земснаряд несамоходный	земснаряд несамоходный	земснаряд несамоходный	Земснаряд/ Саморазгружающееся/ Грунтовоз	Самоходный земснаряд
Подтип	-	гидравлические и фрезерные рыхлители	фрезерные рыхлители	Всасывающий Грунт	Всасывающий Грунт
Длина, м	58	60,7	61,2	62,5	72,4
Ширина, м	12,5	12,0	10,5	12	14,1
Дедвейт, т	-	750	-	1 397	1040
Скорость хода, узл	-	-	-	10,0	8
Осадка, м	3,0	1,3	1,65	4,2	3,25
Глубина разработки грунта, м	2-18	до 10,0	3-18	5-15	3-8
Производительность по грунту, м ³ /час	1050	1000	-	700	600
Вместимость грузового трюма, м ³	-	-	-	1000	600
Максимальная дальность рефулирования, м	5000	40,0	2000	500	500
Время заполнения грузового трюма, час	-	-	-	1	1
Спецоборудование	Комплекс автоматизации	Комплекс автоматизации Nonius	Комплекс автоматизации	грузовой кран	Днищевые люки

Таблица 11.2

Технические характеристики многочерпаковых дноуглубительных земснарядов

	«ПРОФЕССОР Н.В.ЛУКИН»	«ДНЕСТР»	«ИНЖЕНЕР АГАШИН»	СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ 502	«MUHANDIS BALARZA MAMMADOV»	«АЛЕКСАНДР УВАРОВ»	«БАЛТИЙСКАЯ»	«КУБАНЬ-2»
Номер ИМО (PC, PPP)	PPP 230279	PC 833463	7367627	PPP 182003	8325652	7415486	7020437	PPP 231067
Проект (строит. номер)	проект P-36	проект 1519, 1519.1	БВ-150	проект 892	Скадовск, проект 101 (№105)	Проект 431 (ГДР), тип Георгий Наливайко	Проект типа Зея (Япония)	Проект Нева-3
Основной тип	Многочерпаковый земснаряд	Многочерпаковый земснаряд	Многочерпаковый земснаряд	Многочерпаковый земснаряд	Черпаковый Земснаряд	Многочерпаковый Земснаряд	Многочерпаковый Земснаряд	Многочерпаковый Земснаряд
Подтип	самоходный	самоходный, папильонажное устройство	самоходный	самоходный	-	самоходный, Выгрузка баржой, папильонажное устройство	папильонажное устройство	-
Класс	P O2,0	KM* R3 dredger	KM*Л2	O2,0	KM(*) L2[1] R1 AUT2 dredger	KM(*) L2[1] R1 dredger	KM(*) L3 R3 dredger	KM(*) R1 dredger (M-ПР2,5)
Длина, м	57	56,5	68,2	61,8	80,0	73,6	72,5	61,0
Ширина, м	10,8	9,4	12	10,8	14,8	12,9	14,5	10,8
Водоизмещение, т	1000	562	2073	850	3066	2750	2007	1325
Скорость хода, узл.	5	5	7,9	7,5	8,8	9,3	8,2	7,5
Осадка, м	2,28	2,17	3,45	2,0	3,75	8,35	3,4	2,5
Глубина разработки грунта (минимальная)	10	10-14	4-16	10	-	5-24	-	4-14

	«ПРОФЕССОР Н.В.ЛУКИН»	«ДНЕСТР»	«ИНЖЕНЕР АГАШИН»	СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ 502	«MUHANDIS BALARZA MAMMADOV»	«АЛЕКСАНДР УВАРОВ»	«БАЛТИЙСКАЯ»	«КУБАНЬ-2»
- наибольшая), м								
Класс разрабатываемого грунта	I - VII	I - VII	I - VII	I - VII	-	I - VII	-	I - VI
Производительность, м ³ /ч	750	600	400	500	-	750	-	400

Земснаряды-аналоги:

- проекта Р-36: Волжский-516, Иртышский-504, Камский-530, Московский-501, др.;
- проекта Скадовск (проект 101): Vakul Prem (IMO 8822533), Sari Kanarya (IMO 8421896), Двинский залив (8922486), Odin R (IMO 8422723);
- проекта 431 (ГДР): Рион (IMO 7348700), Дунай (IMO 7397593),
- проекта 1519, 1519.1: Обская-403 (рег.№ 174555 PPP), Северо-Западный 424 (рег.№ 174556 PPP), Камский-407 (рег.№ 204272 PPP), Камский-429 (рег.№ 204354 PPP), Ленская-439 (рег.№ 204522 PPP), Волжский-401 (рег.№ 204543 PPP), Юрий Чехвалов (рег.№ 215301 PPP), Ленская-440 (рег.№ 215302 PPP), Северо-Западный 402 (рег.№ 215343 PPP), Донской-405 (рег.№ 215400 PPP), Северо-Западный 601 (рег.№ 215459 PPP), Камский-601 (рег.№ 215573 PPP);
- проекта БВ-150: Северная (IMO 7391628), МДС-12 (ВМФ);
- проекта 892: Енисейский-501 (№182661 PPP), Ленская-525 (№ 176417 PPP);
- проекта Нева-3: Бахтемир.

Отдельные земснаряды:

Донской-022, проект Р-87, PPP №204912, класс Р1,2

Таблица 11.3

Технические характеристики одноковшовых земснарядов

	«ГЗС-1»	Вака Нами Го	Биг Берта	Мейпл	Самотлор	POSTNIK YAKOVLEV	Jerommeke
Номер ИМО (PC, PPP)	8878544	PC 887637	-	8509923	PPP 185414	9519248	8639778
Проект (строит. номер)	Аракс, проект 1517	-	-	№230	-	-	-
Класс PC/PPP	KM(*) L3[1] R1 hopper dredger	(KE) * restricted R3. Dredger	M-ПР2,5 (лед 30)	(KM)* R3 floating crane	O2,0	-	-
Основной тип	Земснаряд/Грунтовоз	Плавучий экскаватор	Плавучий экскаватор	Плавучий экскаватор	Ковшовый	Одноковшовый штанговый земснаряд	Одноковшовый штанговый земснаряд
Подтип	Грейфер Днищевые люки Грунт	Несамоходный	самоходный	Самоходный	Несамоходный	Самоходный	Самоходный
Длина, м	54,7	54	34	48,2	43,3	67	48
Ширина, м	13,7	18	16	14	9,7	22	15
Высота борта, м	4,5	3,5	3,2	4	3,4	-	-
Осадка, м	3,5	2,0	2,2		1,9	3,35	2,15
Дедвейт, т	953	-	-	1110	-	-	-
Скорость хода, узл	8,2	-	-	-	-	-	-
Объем грейферного ковша, м ³	3-6	3,5-8,2	-	-	-	15-40	4,5-11
Объем трюма, м ³	500	-	-	-	-	-	-

	«ГЗС-1»	Вака Нами Го	Биг Берта	Мейпл	Самотлор	POSTNIK YAKOVLEV	Jerommeke
Производительность, м ³ /ч	112	200	-	-	-	-	-
Глубина грунтозабора, м	23	3-18,5	-	-	15	18-32	18-24

Земснаряды-аналоги:

- проекта Аракс 1517: Иманта (IMO 8898491), Dzelme (IMO 8871273).

Штанговые земснаряды Jan De Nul: Vitruvius (IMO 9485459), Mimar Sinan (IMO 9502049), Gian Lorenzo Bernini (IMO 9699268).

Таблица 11.4

Технические характеристики грунтоотвозных судов

	Terraferre 1	Феникс-11	Форт	Усьва	SM-MB-1	СБ-1	Ясный	Трудовая	Excalibur 1
Номер ИМО (PC, PPP)	9658276	9503562	7349405	-	GL 91814	8972297	7702700	9838357	7906772
Проект (строит. номер)	Damen Pushbuster 3009	-	№540	ZH-7	-	-	Ras Tanurah	HB600	-
Класс PC/PPP	BV AUT-UMS (SS) ICE CLASS IC	M- ПР2,5(лед20)	KM* R3 AUT3 hopper	K* I грунтовозная шаланда	грунтоотвозная шаланда	(KM)* R3 hopper	M-СП3,5	KM Ice1 R3- RSN AUT3 Hopper	-
Длина, м	72	61,1	80	59,42	60,7	50,3	52,2	56,7	57,5
Ширина, м	14,7	12,6	11,5	9,5	11,0	12,3	9,6	11,4	11,0
Высота борта, м	5,8	5	5,62	3,9	4,0	2,5	3,7	4,0	4,0
Осадка, м	4,5	4,2	3,21	3,3	3,1	0,9	-	3,1	3,4
Дедвейт, т	-	1730	2765	-	1534	649	1189	1700	803
Скорость хода, узл	-	-	8,0	-	-	10,0	7,5	8,5	-
Объем трюма, м ³	1616	1099	1800	592	812	440	-	600	338

Суда-аналоги:

- по проекту Damen Pushbuster 3009: Terraferre 301 (IMO 9686015), Terraferre 302.
- по проекту Ras Tanurah: «Зоркий» (IMO 7702683)
- по проекту HB600: «Рабочая», «Сильная».
- по проекту Р-344Д: «Одесская-6», «Одесская-7», «Одесская-8».

Таблица 11.5

Технические характеристики мотозавозней для переустановки якорей

Характеристика	Проект 1509, 1509А	Проект 1960	Проект Р-100 (Р-148)	Проект ТР- 148Б	Проект Фукусима (SNO-311)	Проект 946, Б, Б1, Б2
Длина, м	23,463	13,5	20,18	20	21,3	15,4
Ширина, м	6,18	6,5	6,24	6	9,9	4,25
Высота борта, м	2,62	1,7	1,81	2,35	1,8	1
Осадка, м	1,38	1,1	1,03	1,75	1,4	0,5
Грузоподъемность, т	-	9,6	-	-	-	8

12 Системы трёхмерного позиционирования и мониторинга производительности земснарядов

12.1 Системы автоматизации работы земснарядов являются аппаратно-программными комплексами и должны иметь в своем составе следующие компоненты:

- система спутникового трехмерного позиционирования;
- измерительные датчики;
- система мониторинга работы земснаряда.

12.2 Аппаратная часть системы спутникового трехмерного позиционирования земснаряда должна быть оформлена в виде рабочей станции багермейстера, оснащенной оборудованием для передачи данных и может включать в себя:

- приёмник СНС с возможностью работы в дифференциальном режиме по сигналам ГЛОНАСС и другим глобальным навигационным спутниковым системам;
- датчик осадки;
- датчик крена и дифферента;
- датчик положения грунтозаборного устройства;
- спутниковый компас;
- эхолот;
- гидро и метеостанция;
- средства цифровой связи;
- датчик для определения плотности пульпы;
- датчики для определения скорости пульпы;
- вычислительный блок обработки информации от датчиков;
- другое.

12.2.1 Измерительные средства, входящие в состав аппаратной части системы спутникового трехмерного позиционирования земснаряда должны

быть включены в государственный реестр средств измерений (СИ) или иметь технические паспорта и комплект эксплуатационных документов.

12.2.2 Измерительные средства, входящие в состав аппаратной части системы спутникового трехмерного позиционирования земснаряда должны быть поверены, калиброваны или аттестованы в установленном порядке.

12.2.3 Аппаратная часть системы спутникового трехмерного позиционирования земснаряда должна обеспечивать возможность самодиагностики.

12.2.4 Аппаратная часть системы спутникового трехмерного позиционирования земснаряда должна обеспечивать возможность индикации (звуковой, цветовой) неисправности отдельных компонентов.

12.2.5 Точность определения плановых и высотных координат земснаряда с использованием системы спутникового трехмерного позиционирования должна соответствовать требованиям актуального радионавигационного плана Российской Федерации.

12.2.6 Аппаратная часть системы спутникового трехмерного позиционирования земснаряда должна быть интегрирована с навигационной аппаратурой потребителей на судне.

12.3 Наружные компоненты системы автоматизации работы земснаряда должны иметь всепогодное исполнение.

12.4 Программная часть системы мониторинга работы земснаряда должна обеспечивать следующий функционал:

- ввод цифровой картографии для участка работ;
- ввод цифрового рельефа дна (промерного планшета) для участка проведения дноуглубительных работ;
- формирование текущих заданий;
- визуальный и автоматический контроль положения земснаряда относительно карты промеров в режиме реального времени;
- визуальный и автоматический контроль положения грунтозаборных устройств относительно карты промеров в режиме реального времени;

- отображение проектной отметки дноуглубления и габаритных границ;
- отображение плана работ на смену;
- изменения на карте;
- отображение работоспособности основных технических средств (устройств), участвующих в дноуглублении;
- непрерывный учет времени работы механизмов земснаряда и экипажа;
- оперативный учет выемки грунта;
- визуализацию рабочих участков дноуглубления с изменяемой цветовой палитрой по выработанному объему грунта;
- сигнализацию (звуковую, световую) в случае отклонения от заданных технологических характеристик дноуглубления (перебор по глубине, отклонение за пределы габаритных размеров прорези и т.п.);
- формирование отчетности по выполненным объемам работ, включая процент выполненного плана работ за смену, объем извлеченного грунта, объем допущенных переборов, площадь обработанного участка и пр.
- удаленный мониторинг процесса дноуглубления;
- возможность интеграции данных при работе нескольких земснарядов;
- возможность вывода на экран оператора технологических инструкций по производству работ;
- упрощенную регистрацию информации о ходе дноуглубительных работ;

12.4.1 Используемый формат цифровой модели рельефа дна – файлы *.dwg Autodesk Civil 3D.

12.5 Программные средства для обеспечения трёхмерного позиционирования и мониторинга производительности земснарядов

- Nonius™ CSD — система позиционирования для земснаряда, <http://noniusgroup.ru/>
- Nonius™ Slurzymeter — система мониторинга производительности земснаряда, <http://noniusgroup.ru/>

- Hydromagic (Нидерланды), www.eye4software.com
- NaviSuite Uca (Дания), www.eiva.com
- Zeta(США), www.offshore-technology.com
- IDA(Нидерланды), www.dredgetec.com
- DREDGING CONTROL SYSTEM (CSD) IHC Systems (Нидерланды),
<https://www.royalihc.com/en/products/dredging/cutter-dredging/cutter-dredging-automation>
- Dredge Control & Monitoring Systems (Wärtsilä, Финляндия),
<https://www.wartsila.com/products/marine-oil-gas/automation/dredging-and-monitoring/dredge-control-monitoring-systems>
- Bosch Rexroth <https://www.boschrexroth.com/en/xc/industries/machinery-applications-and-engineering/dredging/index>
- Damen–Profiler (Vectografix, Сингапур)
<http://www.vectorgraffix.com/profiler.php>

Библиография

«Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 № 190-ФЗ;

Постановление Правительства Российской Федерации от 12.07.2010 № 620 «Об утверждении технического регламента о безопасности объектов морского транспорта»;

Постановление Правительства Российской Федерации от 19.01.2006 № 20 «Об инженерных изысканиях для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства»;

Постановление Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»;

Постановление Правительства Российской Федерации от 28.12.2012 № 1463 «О единых государственных системах координат»;

Постановление Правительства Российской Федерации от 31.03.2017 № 402 «Об утверждении правил выполнения инженерных изысканий, необходимых для подготовки документации по планировке территории, и о внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 19.01.2006 № 20»;

РД 31.74.08-94 «Техническая инструкция по производству морских дноуглубительных работ»;

ВСН 34-91 «Правила производства и приёмки работ на строительстве новых, реконструкции и расширении действующих гидротехнических, морских и речных транспортных сооружений. Часть I»;

РД 31.74.04-2002 «Технология промерных работ при производстве ремонтных дноуглубительных работ и при контроле глубин для безопасности мореплавания судов в морских портах и на подходах к ним»;

РД 31.74.07-95 «Наставление по обеспечении навигационной безопасности работы дноуглубительного флота»;

Положение о порядке выполнения гидрографических работ, проводимых ФГУП «Росморпорт» в морских портах и на подходах к ним, утвержденное приказом ФГУП «Росморпорт» № 224 от 03.06.2014.