

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ -  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА

**В.И. Поддубный, Н.Б. Мартынова, Н.А. Палкин**

**МАШИНЫ И СРЕДСТВА ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ В  
ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

*Учебно-методическое пособие*

Москва

2020

УДК 69.0025:624.154.0025  
ББК 39.3Я73  
П44

*Рецензенты:*

**Сметанин В. И.**, доктор технических наук, заведующий кафедрой организации и технологии строительства объектов природообустройства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева;

**Кизяев Б.М.**, доктор технических наук, акад. РАН, научный руководитель ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова.

П44 **Поддубный, В.И.** Машины и средства гидромеханизация в водохозяйственном строительстве: учебное пособие / В.И. Поддубный, Н.Б. Мартынова, Н.А. Палкин; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева. – М.: Издательство «Перо», 2020. – 82 с.

ISBN 978-5-00171-410-1

Учебно-методическое пособие предназначено для организации самостоятельной работы студентов в процессе изучения дисциплины «Конструкции технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях». Содержит задания контрольной работы, методику и рекомендации по выполнению расчётов при разработке грунтов гидромониторным и землесосным способами.

P44 Poddubny, V.I. Machines and means of hydromechanization in water construction: textbook / V.I. Poddubny, N.B. Martynova, N.A. Palkin; Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev. - Moscow: Pero Publishing House 2020.- 82 p.

ISBN 978-5-00171-410-1

The educational-methodical manual is intended for the organization of independent work of students in the process of studying the discipline "Designs of technical means of environmental management and protection in emergency situations." Contains tasks for control work, methods and recommendations for performing calculations in the development of soils by water jet and suction dredging methods.

УДК 69.0025:624.154.0025

ББК 39.3Я73

© Поддубный В.И., Мартынова Н.Б.,  
Палкин Н.А., составители, 2020  
© ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА  
им. К.А. Тимирязева, 2020

## Содержание

Введение	4
1. Цель и задачи	5
2. Общие сведения по гидромеханизации в мелиоративном и водохозяйственном и строительстве	5
3. Машины и средства гидромеханизации	11
3.1. Землесосные снаряды	11
3.1.1. Грунтовые насосы	14
3.1.2. Классификация земснарядов	17
3.1.3. Общий расчет и подбор земснаряда с фрезерным разрыхлителем	25
3.2. Гидромониторный способ гидромеханизации	36
3.2.1. Схемы забоев при гидромониторном способе гидромеханизации	36
3.2.2. Конструкции гидромониторов	39
3.2.3. Расчёт производительности гидромонитора	44
3.2.4. Определение параметров гидромониторного размыва разрабатываемого карьера	47
4. Контрольные вопросы	60
5. Тестовые вопросы	62
Библиографический список	80

## Введение

Устойчивое повышение продуктивности сельскохозяйственных угодий в условиях российского климата, который на большей части территории России малоблагоприятен для растениеводства, возможно только при широком использовании различных мелиоративных мероприятий [1].

Во время прямой линии Президент России В.В. Путин озаботился тем, что великая русская река Волга сильно обмелела и требует очистки и дноуглубительных работ. Президент заявил, «...что надо чистить русла рек, надо внимательно относиться и к гидросооружениям, там есть проблемы, эти проблемы не решаются годами, если не сказать десятилетиями». В Волгограде на совещании о сохранении, предотвращении загрязнения и рациональном использовании Волги Премьер-Министр России Д.А. Медведев заявил: «Объём федеральной программы по очистке реки Волги с 2018 до 2025 года составит 257 млрд. рублей. Для выполнения Программы требуются консолидированные усилия» и поручил Минфину, Минэкономразвития, Минприроды, губернаторам и др. заинтересованным ведомствам «предоставить свои предложения по этому вопросу». Д.А. Медведев также назвал Волгу «рекой государственного значения». Ранее Премьер-Министр сообщил, что «в реку попадает 38% всех грязных стоков страны».

В связи с вышеуказанным потребуется осуществление больших объёмов очистных и дноуглубительных работ, которые невозможно выполнить без применения гидромеханизации, позволяющей комплексно в едином непрерывном технологическом процессе разрабатывать грунты и транспортировать их к месту укладки. При возросших требованиях к охране окружающей среды, расширение области применения гидромеханизации приобретает особое значение [3].

## **1. Цель и задачи**

Целью методических указаний по изучению оборудования и средств гидромеханизации в мелиоративном и водохозяйственном строительстве является более глубокое изучение конструкций машин, оборудования и средств гидромеханизации, а также технологий при выполнении ими больших объёмов земляных работ максимально экологичным способом.

Задачами методических указаний являются:

- изучение методов и способов, применяемых при производстве земляных работ средствами гидромеханизации;
- изучение конструкций машин и оборудования, при помощи которых эти работы выполняются;
- овладение комплексами расчётов для определения конструктивных и технологических параметров средств гидромеханизации;
- подготовка специалистов с хорошей теоретической подготовкой, умеющих творчески реализовывать свои знания в практической деятельности.

## **2. Общие сведения по гидромеханизации в водохозяйственном и строительстве**

Гидромеханизация – способ производства земляных работ, при котором для разработки, транспортирования и укладки грунта используется энергия потока или струи воды [2, 4, 7].

Гидромеханизацией называется единый технологический комплекс процессов и технических приёмов, связанных с разрушением грунтов и горных пород, их транспортированием и укладкой в тела сооружений или в отвалы гидравлическими методами [8].

Способами гидромеханизации выполняются самые разнообразные виды работ: разработка котлованов, выемок, каналов, намыв плотин, дамб и насыпей,

углубление дна рек, планировка территорий, очистка от наносов каналов и прудов, вскрышные работы, гидравлическая добыча песка и гравия и др. [3].

Комплекс земляных работ состоит из трёх основных процессов (операций):

- 1) разработка грунта;
- 2) транспортирование разработанного грунта к месту укладки;
- 3) укладка грунта в гидроотвал или конкретное сооружение (намыв).

Разработка грунта в гидромеханизации включает все способы разрушения грунтов с применением воды под напором. Разработка грунта, при которой он разрушается механическими средствами, а транспорт его осуществляется водой, называется комбинированной.

Гидравлическим транспортом считаются все случаи транспортирования грунта (и любых других материалов) в смеси с водой напорным (трубопроводам), или безнапорным (лоткам, каналам). Перенос грунта в естественных потоках называют движением наносов. Наносами называются грунты, перенесенные с исходного места потоками воды.

Намывом в гидромеханизации называют возведение земляных сооружений (плотин, дамб, насыпей, полунасыпей, перемычек и др.) гидравлическим способом, заключающемся в том, что грунт, предназначенный для укладки в сооружение, подаётся к сооружению в смеси с водой (как правило по трубам), и эта гидросмесь воды с грунтом целенаправленно изливается на площадку строящегося сооружения. Вода частично фильтруется в тело сооружения, частично отводится в отстойники, где окончательно осветляется, после чего может повторно использоваться в гидромеханизации, либо употребляться для других целей. Осевший грунт из гидросмеси остаётся на площади намыва.

Все эти процессы выполняются с помощью энергии потока или струи воды. Грунт разрабатывается путём размыва либо самотёком (с определённой скоростью) безнапорным потоком по каналам или лоткам (в случае, если карта намыва находится ниже уровня разрабатываемого забоя), либо под напором, создаваемым

гидромониторами, а также путём всасывания его из-под воды грунтовыми насосами.

В результате размыва грунта и при перемешивании его с водой получается гидросмесь или пульпа. Эта пульпа характеризуется различной консистенцией (степенью насыщения воды частицами грунта) и плотностью. Чаще всего рассматривают весовую или объёмную консистенции.

Весовая консистенция может быть представлена такими соотношениями:

- массы скелета грунта к массе воды, входящей в состав гидросмеси;
- массы скелета грунта, входящего в состав гидросмеси, к массе всего рассматриваемого объёма.

Объёмная консистенция может быть представлена следующими соотношениями:

- объёма плотного грунта к объёму воды, с которой смешан этот грунт;
- объёма плотного грунта в его естественном виде к объёму воды, с которой смешан этот грунт и которая содержится в его порах;
- объёма грунта в его естественном виде к объёму смеси;
- объёма плотного грунта к объёму смеси [3].

Численное значение объёмной консистенции можно выразить коэффициентом консистенции:

$$k_{\text{п}} = m_{\text{г}} (V_{\text{г}}) / [m_{\text{в}} (V_{\text{в}})], \quad (2.1)$$

где  $m_{\text{г}}$  и  $m_{\text{в}}$  – масса грунта и воды, кг;  $V_{\text{г}}$  и  $V_{\text{в}}$  – объём грунта и воды, м<sup>3</sup>.

Плотность  $\gamma_{\text{п}}$  (кг/м<sup>3</sup>) пульпы:

$$\gamma_{\text{п}} = (\gamma_{\text{с.г}} + n\gamma_{\text{в}}) / (1 + n), \quad (2.2)$$

где  $\gamma_{\text{с.г}}$  – плотность сухого грунта, кг/м<sup>3</sup>;  $\gamma_{\text{с.г}} = \frac{\gamma_{\text{г}}}{1 + \omega/100}$ ;  $\gamma_{\text{г}}$  – плотность грунта, кг/м<sup>3</sup>;

$\gamma_{\text{в}}$  – плотность воды кг/м<sup>3</sup>;  $n$  – число частей воды,  $\omega$  – влажность грунта, %.

Удельным расходом воды называют количество воды, потребное для разработки или транспортирования 1 м<sup>3</sup> грунта. Удельный расход зависит от состояния грунта и скорости размыва [4].

Грунт укладывается на карты намыва (площадку намываемого сооружения) или в отвал вследствие осаждения частиц грунта при медленном растекании пульпы. Каждая из этих операций зависит от скорости движения потока или струи воды, т.е. от величины энергии потока. Размыв грунта и образование гидросмеси происходит при больших скоростях (более 6 м/с), движение пульпы по трубам, лоткам или каналам – при скоростях 6...3 м/с, позволяя транспортировать грунт на значительные расстояния на карте намыва. Пульпа растекается со скоростью 0,5...0,1 м/с, при этом частицы грунта из пульпы оседают на поверхность площадки намыва, и пульпа постепенно осветляется. Окончательное осветление пульпы происходит в специальном пруде-отстойнике, который в зависимости от применяемого способа производства работ устраивается либо в центре площадки намыва или на краю карты. Для предотвращения вытекания пульпы за пределы карты по её контуру располагают земляные дамбы расчетной высоты, называемые дамбами обвалования.

Как видно из вышеизложенного, при гидромеханизации земляных работ выполнение всех операций от разработки грунта до его укладки осуществляется по поточной системе, при которой необходимо лишь правильно управлять потоком и обеспечивать требуемые скорости, для соответствующей операции.

В гидромеханизации применяются два способа производства работ: землесосный (земснарядами, рис 2.1-2.4) и гидромониторный (гидромониторами, рис.3.10-3.12)

На рис. 2.1 представлена схема разработки узкопрофильных каналов землесосными снарядами (земснарядами), применяемая при строительстве открытой сети с шириной профиля по дну 3...20 м, на песчаных (супесчаных) грунтах, легко поддающихся разработке плавучими земснарядами.



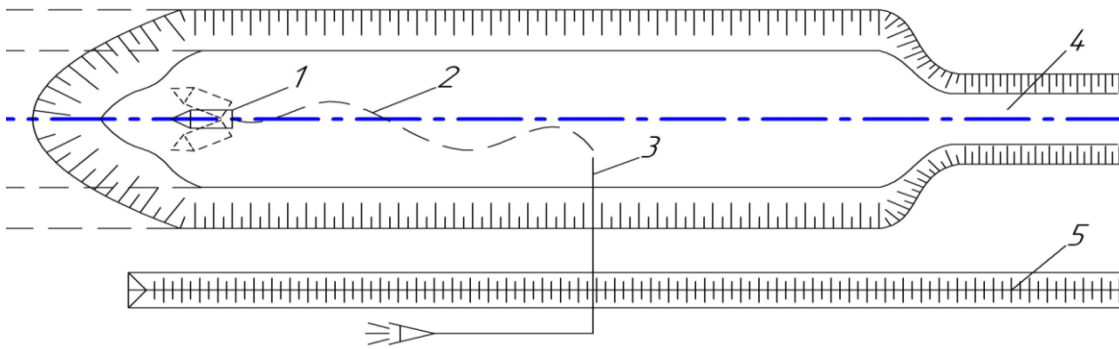


Рис. 2.1. Схема разработки узкопрофильных каналов малогабаритными землесосными снарядами:

1 – землесосный снаряд 8ПЗУ; 2 – плавучий пульпопровод; 3 – распределительный пульпопровод; 4 – пионерная траншея; 5 – дамба обвалования.

Для строительства широких каналов в лёгких песчаных (супесчаных) грунтах широко применяется схема разработки канала параллельными полосами (рис. 2.2).

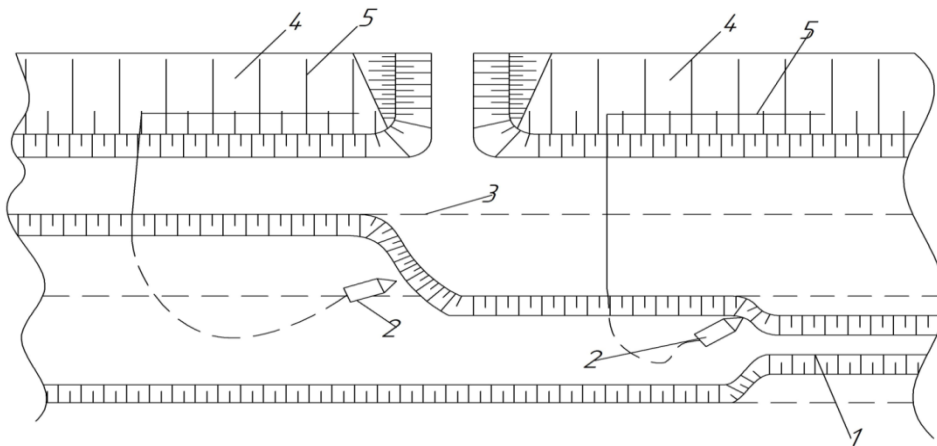


Рис. 2.2. Схема, разработки канала параллельными полосами:

1 – пионерная траншея; 2 – землесосный снаряд 8ПЗУ или 100-35; 3 – граница разрабатываемых полос; 4 – намывные приканальные дамбы; 5 – распределительные пульпопроводы.

В случае одновременного использования различных, по мощности земснарядов для строительства каналов разработка грунта параллельными полосами может осуществляться по схеме, показанной на (рис.2.3).

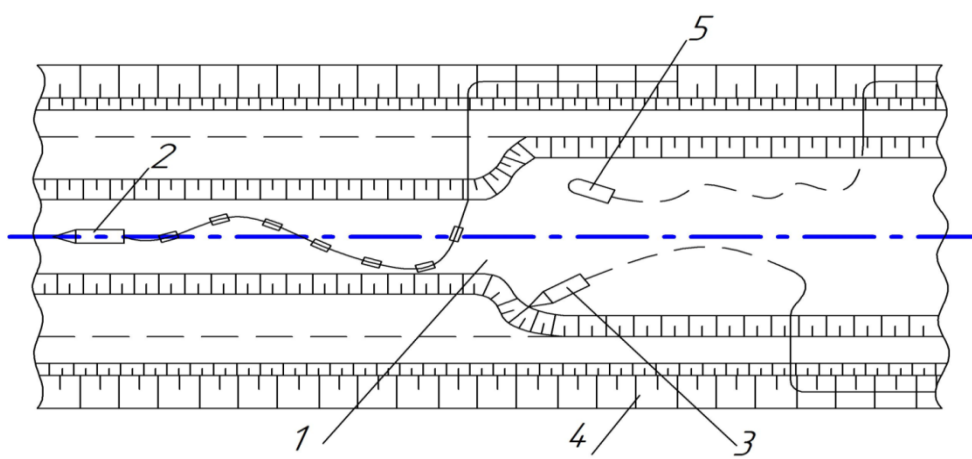


Рис. 2.3 Схема разработки канала землесосными снарядами различной мощности: 1-центральная (пионерная) часть канала; 2-землесосный снаряд 300-40; 3-землесосный снаряд 100-35; 4-намывные приканальные дамбы.

Для строительства широких каналов применяется схема комбинированной разработки канала землесосными снарядами и экскаваторами (рис. 2.4).

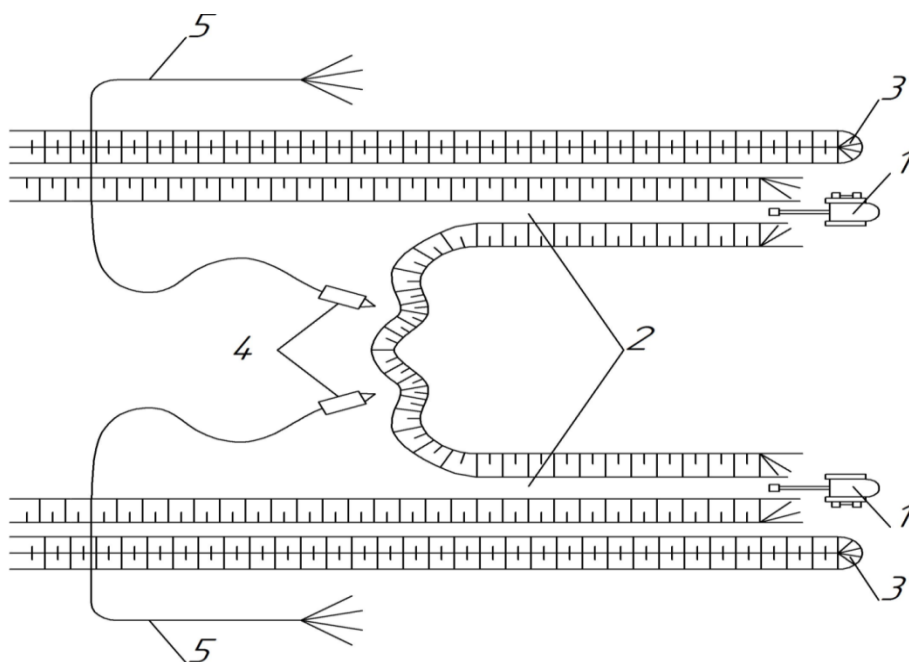


Рис. 2.4. Схема комбинированной разработки канала землесосными снарядами и экскаваторами: 1 – экскаваторы; 2 – пионерные траншеи; 3 – обвалование; 4 – землесосные снаряды; 5 – распределительный пульпопровод.

Различают следующие схемы организации работ:

- землесосные схемы с напорным гидротранспортом грунта, применяют при намыве плотин из несвязных грунтов, разрабатываемых в русловых и прирусловых (пойменных) карьерах плавучими землесосными снарядами;

- гидромониторные схемы, применяют при намыве плотин из связных и слабосвязных грунтов, разрабатываемых гидромониторными установками в карьерах, расположенных выше намываемого сооружения (с подачей пульпы к нему самотёком по лоткам), либо ниже намываемого сооружения (с подачей пульпы грунтовым насосом по напорному пульпопроводу);

- комбинированные схемы, применяют:

а) при возведении плотин из грунтов, в одном или нескольких карьерах, разрабатываемых землеройными машинами и сухопутно транспортируемых до бункера, где перемешивают привезённый грунт с водой, далее в виде пульпы доставляют его грунтовым насосом по напорному пульпопроводу к месту укладки в тело сооружения (плотины);

б) при возведении сооружений (плотин) из грунтов различного состава, разрабатываемых в разных карьерах: в одном карьере, разрабатываемых землеройными машинами с сухопутным транспортированием грунта и укладкой его в одну часть плотины; в другом карьере, разрабатываемых плавучими землесосными снарядами с напорным гидротранспортом грунта в другие части плотины (сооружения).

### **3. Машины и средства гидромеханизации**

В гидромеханизации широко известны два способа разработки грунтов: землесосный, который выполняется с помощью земснарядов и гидромониторный с использованием гидромониторов.

#### **3.1. Землесосные снаряды**

*Землесосным снарядом* (земснарядом) называется плавучая машина для выемки грунта со дна водоёмов, действующая по принципу всасывания и оборудованная средствами рабочих перемещений, необходимых для разработки грунта ГОСТ 17520-72 (актуализация 10.04.2018г.). Земснаряды способны разрабатывать грунт на глубине от 2...3 м до 15-20 метров. Предельная дальность гидравлической транспортировки грунта колеблется от нескольких десятков

метров до нескольких километров. Мощность силовых установок земснарядов колеблется от нескольких десятков киловатт до нескольких сот и даже тысяч киловатт. В качестве двигателей применяют дизели или электрические двигатели [2].

Земснаряд представляет судно, как правило, несамоходное (рис. 3.1), смонтированное на понтоне (корпусе земснаряда), на котором размещены основные сборочные единицы земснаряда: кабина с системой управления, силовое оборудование, грунтовый насос, всасывающие, рыхлительные, грунтозаборные устройства, механизмы папильонирования (устройства для рабочих перемещений земснаряда – папильонажные лебёдки, свайный аппарат) и др.

Е.А. Бессонов [4] считает, что земснаряд, как любое плавающее средство имеет остойчивость\*. Остойчивостью судна называют его способность возвращаться в состояние равновесия после получения крена (рис. 3.2).

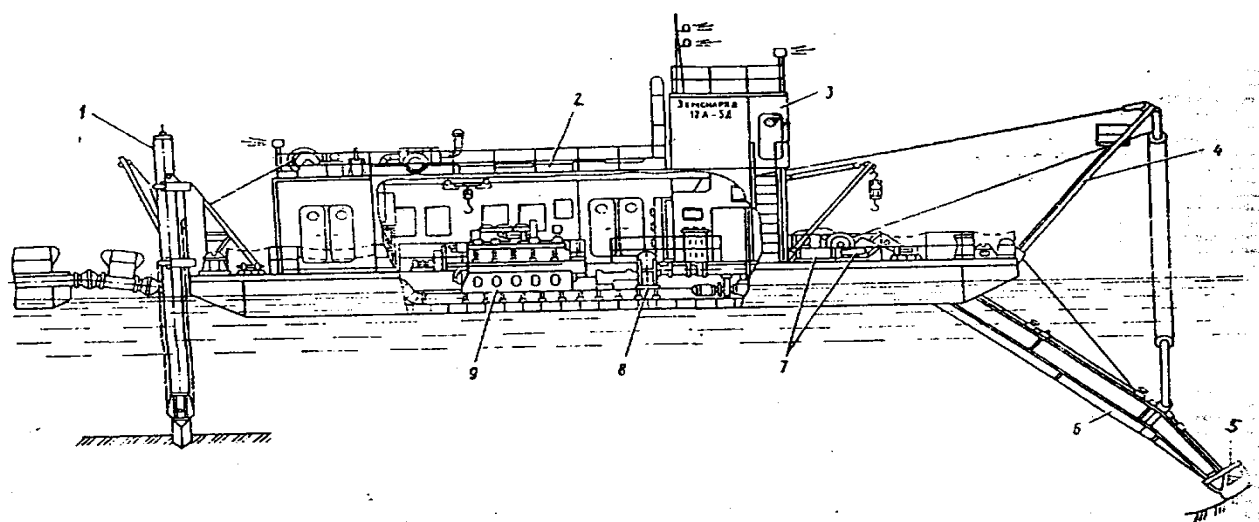


Рис.3.1. Землесосный снаряд: 1 – свайный аппарат; 2 – надстройка; 3 – рубка управления; 4 – стрела; 5 – рыхлитель; 6 – рама с всасывающей трубой и фрезерным рыхлителем; 7 – папильонажные и рамоподъемные лебедки; 8 – грунтовый насос; 9 – привод насоса.

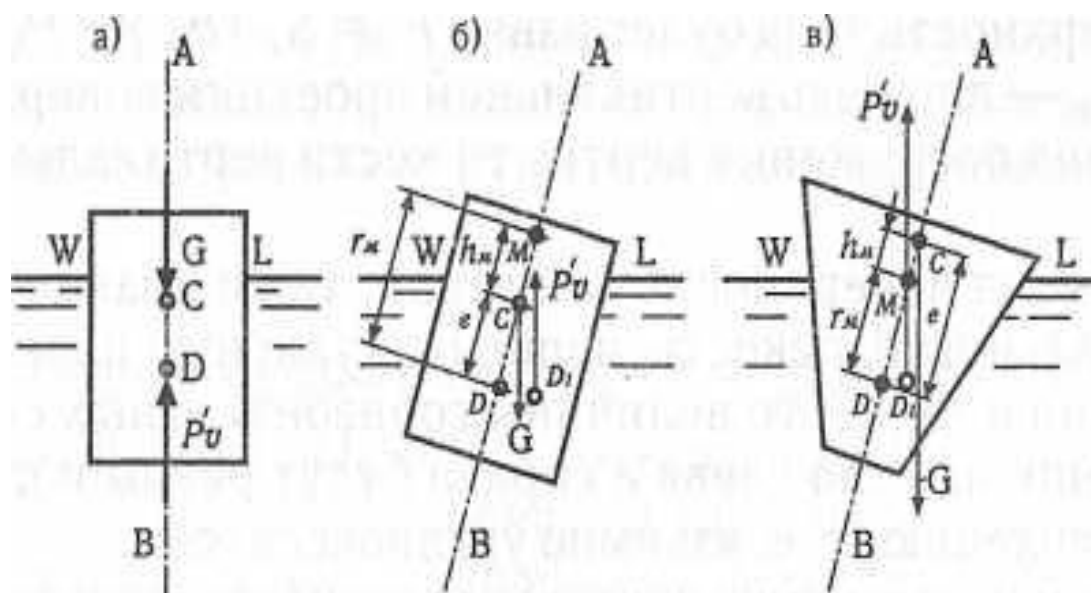


Рис. 3.2. Остойчивость судна: а) – судно в состоянии равновесия; б) и в) – судно в состоянии крена при различных значениях момента;  $WL$  – площадь грузовой ватерлинии судна;  $C$  – центр тяжести судна;  $AB$  – ось плавания;  $D$  – центр водоизмещения при равновесии судна;  $Dj$  – центр водоизмещения при крене судна;  $M$  – метацентр судна (точка пересечения оси плавания  $AB$  с вертикалью, проведенной через центр водоизмещения  $Dj$ );  $h_M$  — метацентрическая высота;  $R_M$  — метацентрический радиус;  $e$  — эксцентриситет судна.

Сравнивая два различных типа судна (рис. 3.2, «б» и «в»), наблюдают следующее:

а) на схеме «б» центр тяжести водоизмещения  $D_1$  при крене оказался левее точки  $C$ , причем возник момент, возвращающий судно в положение покоя.

Данный случай характеризуется тем, что метацентр  $M$  лежит выше точки  $C$ ;

б) на схеме «в» центр водоизмещения  $D_1$  при крене оказался левее точки  $C$ , причем возник момент, опрокидывающий судно. Величина  $h_M$  считается положительной, если точка  $M$  располагается ниже точки  $C$ .

Таким образом, судно считается устойчивым, если  $h_M > 0$ , или  $R_M > e$ , и неустойчивым, если  $h_M < 0$ , или  $R_M < e$ .

При небольшом угле крена (до  $15^\circ$ ) считают, что точка  $D_1$  перемещается по дуге окружности, описанной из метацентра радиусом  $R_M$ , причем сама точка  $M$  не меняет своего положения на оси плавания. Для данного типа судна метацентрический радиус  $R_M$ , метацентрическая высота  $h_M$  и эксцентриситет  $e$  являются постоянными величинами. Величина метацентрического радиуса  $R_M$  для данного типа судна зависит от:  $V_w$  – объема воды, вытесненной судном

(объемное водоизмещение судна);  $J$  – момента инерции площади грузовой ватерлинии относительно горизонтальной продольной оси, проходящей через центр тяжести этой площадки и описывается уравнением:

$$R_M = J/V_w, \quad (3.1)$$

Следовательно, что чем больше величина  $R_M$  по сравнению с величиной «е», тем больше остойчивость судна [4]. Мелиоративные земснаряды относятся к самоходным плавучим землеройно-транспортным машинам непрерывного действия, комплексно механизмирующих весь цикл земляных работ. Корпус земснаряда характеризуется следующими коэффициентами:

- полноты водоизмещения  $\delta = V/(LBT) = 0,85 \dots 0,93$ ,
- полноты ватерлинии  $\alpha = F_{вл} / (BL) = \delta$ ,
- полноты площади Миделя\*  $\beta = \omega / (BT) [2]$ .

где  $V$  – объём водоизмещения,  $m^3$ ;  $LB$  и  $T$  – длина, ширина и осадка корпуса,  $m$ ;  $\omega$  – площадь Миделя,  $m^2$ .

\* – Мидель, миделевое сечение (от нидерл. middel, – средний, середина) – наибольшее по площади поперечное сечение тела, движущегося в воде или в воздухе.

### 3.1.1. Грунтовые насосы (землесосы)

*Грунтовые насосы* (рис. 3.3), применяемые для перекачивания пульпы, по принципу работы не отличаются от центробежных насосов для чистой воды, однако, по конструкции они имеют существенные различия.

Современные грунтовые насосы являются одноступенчатыми консольными насосами с односторонним всасыванием. Обычно вал насоса расположен горизонтально, но есть конструкция с вертикальным расположением вала. Вал установлен в подшипниках скольжения с баббитовыми вкладышами или в подшипниках качения.

В отличие от насосов для чистой воды, проточная часть которых чаще всего представляет постепенно расширяющийся канал-диффузор, в грунтовых насосах корпус имеет форму, близкую к концентрической, что увеличивает гидравлические потери. Проточная часть грунтовых насосов несколько увеличена, для пропуска крупных обломочных включений гравия, камней, древесных и др. включений.

Рабочие колеса грунтовых насосов проектируют обычно с числом лопаток 3...6. Скорости в каналах грунтовых насосов достигают 30 м/с, абразивные включения бомбардируют внутренние поверхности проточных каналов, что ведет к их интенсивному износу. Для борьбы с износом при проектировании и изготовлении грунтовых насосов предусматриваются мероприятия, упорядочивающие и оптимизирующие движение пульпы в каналах проточной части насоса. Детали насосов изготовляют из износостойких сталей и чугунов, монтируют сменные броневые листы внутри камеры, используют резиновую футеровку рабочего колеса и камеры.

Грунтовые насосы выпускают по ТУ 3631-010-71868127-12. Принято следующее условное обозначение грунтовых насосов (индексация): Гр, ГрТ, ГрУ или ГрО, ГрА, ГрАТ, ГрАК, ГрАУ, 1 ГрТ, 2 ГрТ, 5ГрТ-8 и др.

Условное обозначение насосных агрегатов на основе грунтовых насосов типа ГрАТ, (ГрАК), например, ГрАТ 350/40/II-14-1,6; где ГрА – грунтовой насос с осевым входом перекачиваемой среды; Т – двухкорпусной, с внутренним корпусом из износостойкого сплава; К – однокорпусной с футеровкой корпуса из абразивного материала (корунда) на органической связке; 350 – подача, м<sup>3</sup>/ч; 40 – напор, м; II – номер опорной стойки; 14 – условное обозначение пониженной частоты вращения (номинальная частота вращения не указывается); 1,6 – максимальная плотность перекачиваемой насосным агрегатом гидросмеси, уменьшенной в 1000 раз, кг/ м<sup>3</sup>.

Условное обозначение насосных агрегатов на основе грунтовых насосов типа ГрАУ, например, ГрАУ 400/20, где ГрА – грунтовой насос с осевым входом перекачиваемой среды; У - с увеличенным на 25 % размером сечения проточной части; 400 – подача, м<sup>3</sup>/ч; 20 – напор, м

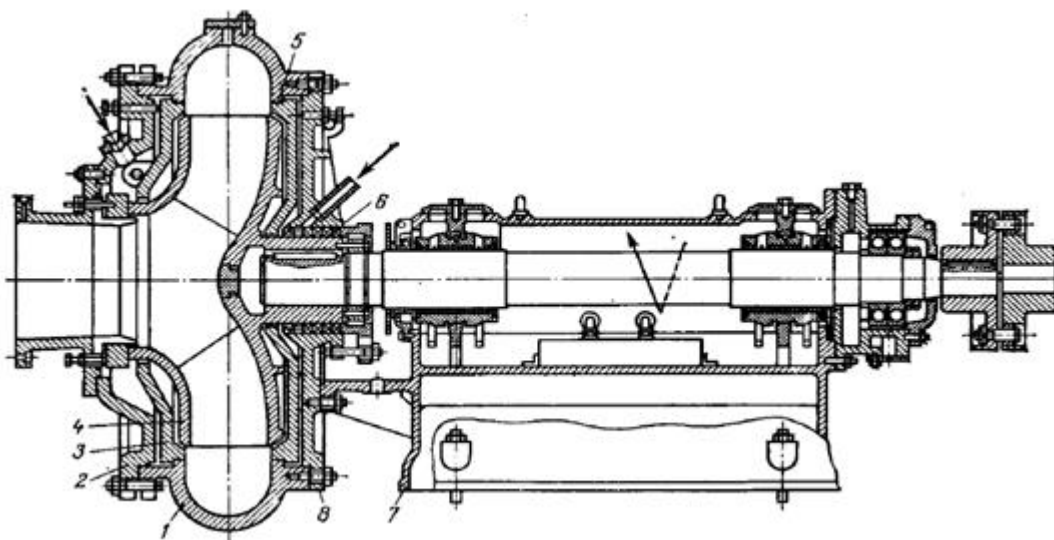


Рис. 3.3. Грунтовый насос ГрУ 4000/71: 1 – корпус; 2 – крышка; 3, 5 – бронедиски; 4 – рабочее колесо; 5 – рыхлитель; 6 – сальник; 7 – станина кронштейна; 8 – крышка.

Условное обозначение насосных агрегатов на основе грунтовых насосов типа 2 ГрТ, например, 2 ГрТ 8000/71- УЗ.

где 2 – модернизация; Гр – грунтовой; Т – двухкорпусной, с внутренним корпусом из износостойкого сплава; 8000 – подача, м<sup>3</sup>/ч; 71 – напор, м; УЗ – климатическое исполнение и категория размещения.

Если в индексе вместо буквы У стоит буква О, это означает, что насос выпускается с уменьшенным (ограниченным) на 15 % размером сечения проточной части, в зависимости от типа изготовления (футерованного резиной, тяжелого с защитой футеровкой из износостойких металлов или футерованного абразивным материалом на органической связке) соответственно добавляется буква Р, Т или К, а для насосов с вертикальным валом – ещё буква В; цифры после букв в числителе (подача насоса в м<sup>3</sup>/ч) в знаменателе – развиваемый напор в м вод. ст.; буквенный индекс знаменателя – отличие характеристики насоса данного типоразмера в результате изменения диаметра рабочего колеса. На рис. 3.3 представлен грунтовой насос ГрУ- 4000/71, применяемый в мелиоративном строительстве, имеющий подачу 4000 м<sup>3</sup>/ч при напоре 71 м., для привода которого используется асинхронный электродвигатель мощностью 1250 кВт.



### 3.1.2. Классификация мелиоративных земснарядов

Плавающие земснаряды, применяемые в мелиоративном и водохозяйственном строительстве, классифицируют по следующим основным признакам [5]:

- по типу привода основного и вспомогательного оборудования выпускают земснаряды с одним или несколькими дизельными двигателями (дизельные), приводящими в действие все его механизмы; дизель-электрические, у которых основное оборудование и генераторы, приводится в действие основным двигателем дизелем, установленном на самом земснаряде, а остальные исполнительные механизмы электродвигателями, получающими энергию от генераторов постоянного тока приводимые в действие от дизеля; электрические – у которых все исполнительные механизмы приводится в действие от береговых электростанций.
- по способу грунтозабора: (непосредственное всасывание и предварительное рыхление) земснаряды различаются на: 1) оборудованные только всасывающим грунтозаборным устройством (рис. 3.5); 2) оборудованные комбинированным грунтоприёмным устройством (механическими рыхлителями предварительно разрыхляющих грунт, для облегчения его засасывания (рис. 3.5.б...3.5.к) и всасывающим устройством вовлекающим пульпу в трубопровод; 3) оборудованные гидравлическими рыхлителями, предварительно размывающими грунт перед всасыванием в трубопровод;
- по способу рабочего перемещения землесосных снарядов: 1) с якорным папильонированием; 2) со свайным папильонированием; 3) с хоботовым перемещением грунтозаборного устройства.
- по размещению основного оборудования на понтоне земснаряды бывают: 1) палубные (основное оборудование двигатель с грунтовым насосом установлены на палубе); 2) трюмные (основное оборудование двигатель с грунтовым насосом установлены в трюме).

Б.М. Шкундин [7] рекомендует классифицировать земснаряды по следующим признакам: по материалу и конструкции корпуса (понтон) – деревянные, металлические монолитные, металлические разборные; по числу грунтовых

насосов, установленных на земснаряде, - с одним или двумя насосами; по типу главного агрегата: грунтовой насос, водоструйный насос или эрлифт); по способу транспортировки грунта – по плавучему или подвесному пульпопроводу; по системе управления (с ручным управлением, частично автоматизированным, программным); по наличию или отсутствию на борту земснаряда дробильно-сортировочных и обогатительных устройств.

Плавучие земснаряды, различают также по часовой производительности по грунту: особо малые (до 50 м<sup>3</sup>/ч), малые (50...200 м<sup>3</sup>/ч), средние (200...500 м<sup>3</sup>/ч), крупные (500...1000 м<sup>3</sup>/ч) и особо крупные (более 1000 м<sup>3</sup>/ч). В мелиоративном строительстве применяют земснаряды производительностью 30...650 м<sup>3</sup>/ч, с дальностью транспорта до 1500 м [9].

На рис. 3.4 дана общая схема разработки грунта земснарядом. В водоёме 4 показан работающий земснаряд, смонтированный на понтоне 5. Здесь же установлен грунтовой насос 6, приводимый двигателем 7.

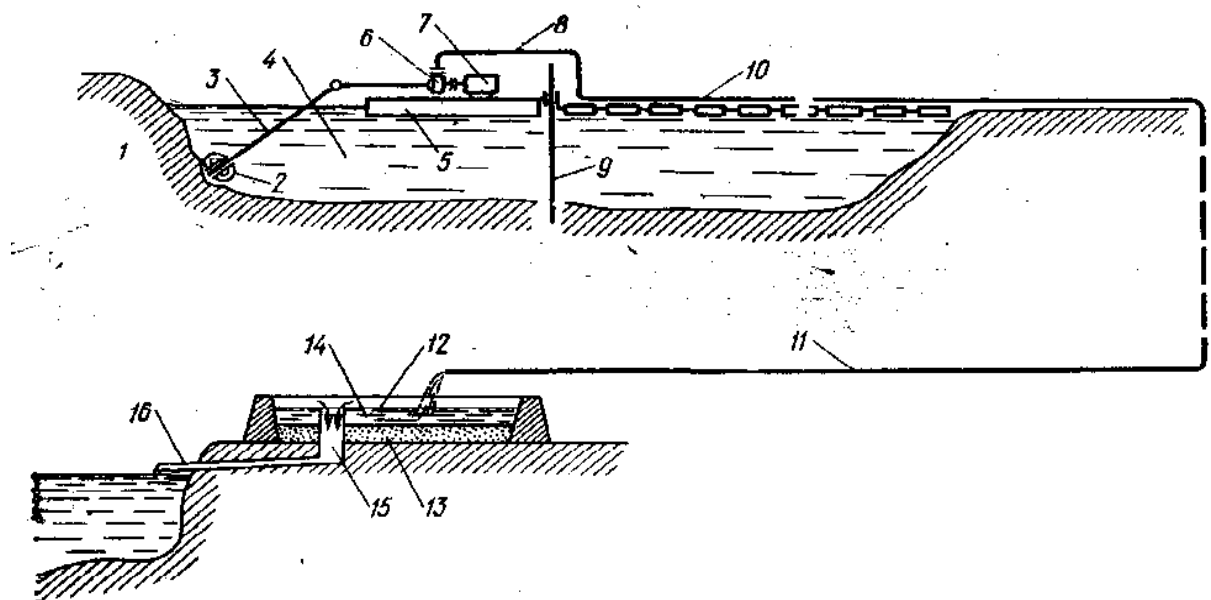


Рис. 3.4. Общая схема разработки грунта земснарядом: 1 – забой; 2 – рыхлитель; 3 – рама (стрела) с всасывающим устройством; 4 – водоем; 5 – понтон; 6 – грунтовой насос; 7 – двигатель привода грунтового насоса; 8 – напорный пульпопровод; 9 – свайный аппарат; 10 – поплавки для удержания пульпопровода; 11 – сухопутная часть пульпопровода; 12 – карта намыва; 13 – осевший грунт; 14 – осветленная вода; 15 – шандорный колодец; 16 – лоток для сброса осветленной воды.

На конце рамы (стрелы) 3, шарнирно прикреплённой к корпусу (понтону) земснаряда установлен грунтоприёмник, представляющий собой комбинацию рыхлительного 2 разрушающего грунт в забое 1 и всасывающего устройства смонтированном на стреле 3.

Подъём и опускание рамы осуществляется электролебёдкой через полиспаат. Напорный пульпопровод 8 пройдя по понтону спускается на поверхность водоёма 4, после чего на водной глади водоёма 4, укладывается (в виде отдельных секций) на полавки (понтонны) 10 и доводится до берега, где переходит в сухопутную часть 11, которая укладывается на специальные опоры и доходит до карты намыва 12. Здесь пульпа изливается из пульпопровода на поверхность карты намыва, при этом твердые частицы грунта оседают на поверхность карты намыва и пульпа осветляется, а вода разделяется на две части. Часть воды фильтруется в тело карты намыва, а часть отводится в шандорный (водосбросной), колодец 15 для дальнейшего осветления. Из шандорного колодца, вода отводится по лотку 16 для сброса осветленной воды в пруд-отстойник или водоём для окончательного осветления, после чего вода может повторно использоваться для гидромеханизированных работ, либо применяться для других технических нужд.

Грунтозаборные устройства бывают двух типов: всасывающие грунт без рыхлителей и оборудованные каким-либо рыхлителем, т.е. плавучие земснаряды всасывают грунт либо сразу из-под воды (без предварительного рыхления), либо предварительно взрыхлив. При работе без рыхления рабочим органом земснаряда служит наконечник, установленный на концевую часть всасывающей трубы грунтового насоса закреплённой на шарнирной раме. Размыв грунта начинается около стенок наконечника и быстро увеличивается вглубь, образуя воронку всасывания. В результате всасывания создаются большие скорости течения воды (свыше 3 м/с). Грунт, в виде вихревых потоков засасывается в трубу грунтоприёмника. Для всасывания частиц грунта нужно преодолеть сопротивление сил тяжести частиц грунта и сил зажатия их соседними частицами. Всасывающие

устройства без рыхлителей эффективны лишь при разработке несвязных песчаных и супесчаных грунтов.

Если гидромеханизированная разработка грунта производится с предварительным рыхлением, то перед входом во всасывающую трубу монтируют грунтозаборное (грунтоприёмное) устройство, представляющую собой комбинацию всасывающего и рыхлящего устройств. На тяжелых грунтах производительность всасывающих устройств резко снижается, и поэтому для интенсификации их размыва применяют различные рыхлительные устройства.

Наиболее распространенными являются фрезерные и другие (рис. 3.5, в...3.5, к) рыхлители различной конструкции, способствующие лучшему всасыванию. Свободно всасывающие наконечники (рис. 3.5. б) могут разрабатывать только несвязные грунты.

Существуют много различных способов рабочих перемещений земснарядов (папильонирования): тросовое, свайное с якорями и без них и др.

Папильонирование – перемещение земснаряда поперёк разрабатываемой выемки при разработке или движении в этом же направлении одного грунтозаборного устройства.

В начале работы земснаряд всем корпусом, вместе со стрелой и рабочим органом перемещается в одном поперечном направлении (например, вправо), затем, осуществляется подача вперёд, после чего производится противоположное, поперечное перемещение (влево). В строительстве наибольшее распространение получило папильонирование с помощью свайного хода и тросов с якорями, закрепляемыми в забое по обе стороны земснаряда.

Рабочие перемещения земснарядов производят с учётом следующих требований: необходимо обеспечить [7] с достаточной точностью движение грунтозаборного устройства по заданной траектории с регулируемой скоростью; усилия, достаточные для преодоления сопротивлений, возникающих при разработке грунта, и для преодоления других вредных нагрузок; сведение к минимуму

холостых движений грунтозаборного устройства, по выработанным участкам забоя.

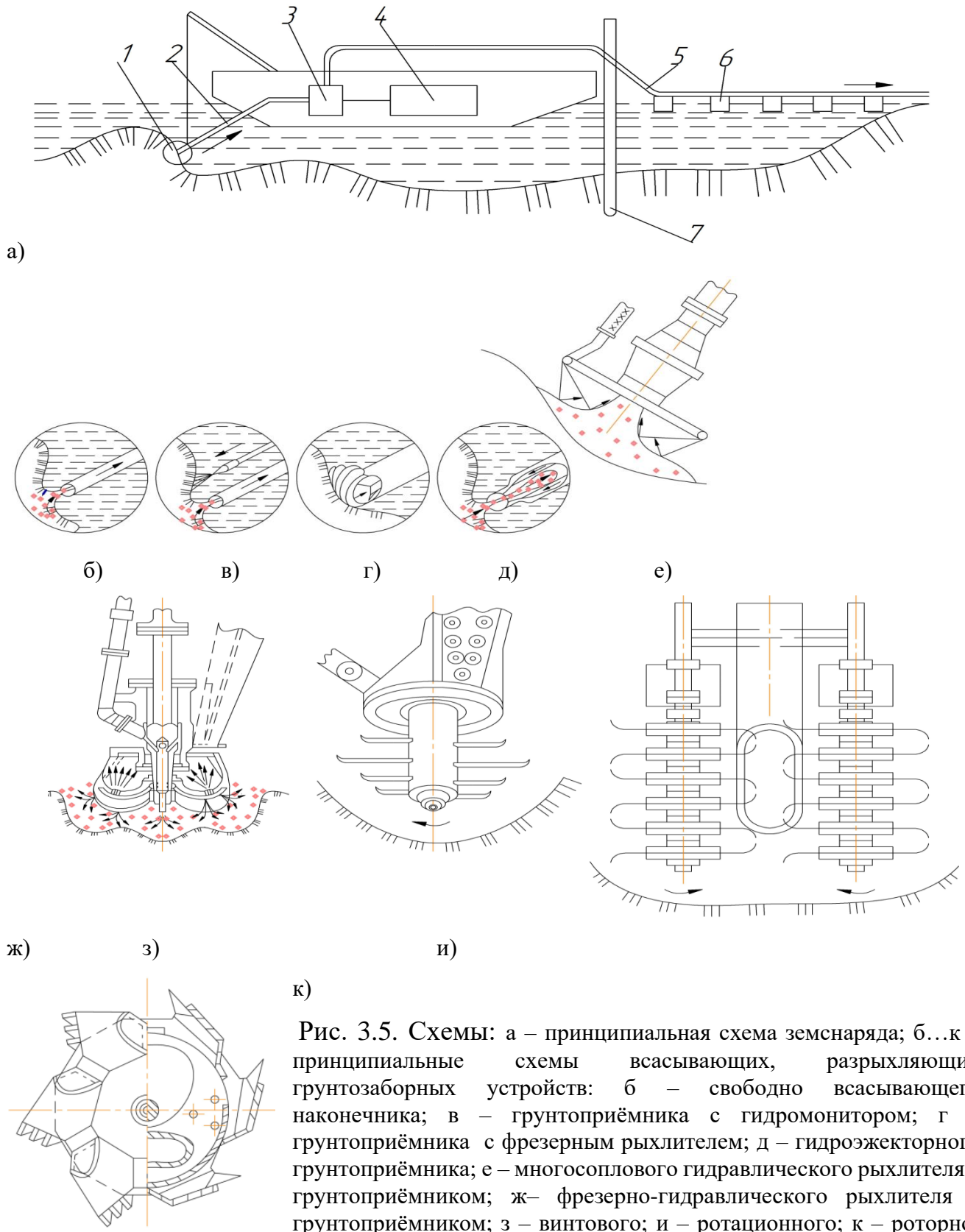


Рис. 3.5. Схемы: а – принципиальная схема земснаряда; б...к – принципиальные схемы всасывающих, разрыхляющих грунтозаборных устройств: б – свободно всасывающего наконечника; в – грунтоприёмника с гидромонитором; г – грунтоприёмника с фрезерным рыхлителем; д – гидроэжекторного грунтоприёмника; е – многосоплового гидравлического рыхлителя с грунтоприёмником; ж– фрезерно-гидравлического рыхлителя с грунтоприёмником; з – винтового; и – ротационного; к – роторно-ковшового рыхлителя; 1 – грунтоприёмник; 2 – рама с всасывающей линией; 3 – землесос

(грунтовый насос); 4 – двигатель; 5 – нагнетательный (напорный) пульпопровод; 6 – плавучий пульпопровод на поплавках (плавучих понтонах); 7 – свайный ход.

При работе земснаряд передвигается при помощи специальных устройств, что обеспечивает постоянный контакт грунтозаборного устройства с грунтом. Свайный ход бывает простым и роторно-напорным.

Схема простого свайного хода приведена на рисунке 3.5. При этом способе на корме земснаряда устанавливаются механизмы для подъема и опускания двух свай, а на палубе – папильонажные лебедки с намотанными на их барабаны тросами, на концах которых укреплены якоря.

Папильонирование осуществляется следующим образом: свая «А» сбрасывается на грунт и под действием силы тяжести входит в него на некоторую глубину, вторая свая «Б» остается поднятой. Наматывая трос на левую лебедку, заставляют земснаряд поворачиваться вокруг сваи «А» делая первый «шаг». Фреза грунтозаборного устройства снимая грунт описывает дугу, центром которой является одна из свай и земснаряд занимает новое положение, показанное пунктиром. Опуская затем сваю «Б» и поднимая сваю «А», а также одновременно наматывая трос на правую лебедку, поворачивают земснаряд в новое положение делают второй «шаг». Таким образом земснаряд продвигается вперед «шагами», разрабатывая грунт переменными по толщине папильонажными лентами. Достоинством способа папильонирования (перемещения) земснаряда по схеме простого свайного хода, является, то что он требует закладки только двух якорей, вместо нескольких, при других способах папильонирования. Этим достигается, что рабочий орган (грунтозаборное устройство), описывает точные траектории необходимые, особенно при разработке связных грунтов, и упрощается управление земснарядом.

Недостатком данного способа разработки является то, что грунтозаборное устройство в начале траектории проходит по полосе, уже разработанной предыдущей проходкой, а в конце удаляется от последней, оставляя

неразработанные участки (огрехи). Этому недостатка лишен способ разработки грунта по схеме папильонирования роторно-напорном свайном ходе (рис. 3.6).

Более совершенную схему разработки грунта обеспечивает установка свай на принудительно передвигаемой вдоль продольной оси земснаряда каретке. На земснаряде устанавливается передвижная каретка со свайей, Вторую сваю, называемую прикольной, используют только для перешагивания, устанавливают, как обычно, в неподвижных направляющих.

При роторно-напорном свайном ходе земснаряд разрабатывает грунт на расчетную ширину забоя равными, постоянными по толщине концентрическими папильонажными лентами (полосами), с незначительным перекрытием за счет того, что свая, на которой происходит поворот, каждый раз закрепляется на оси прорези что обеспечивает равномерную загрузку двигателя по мощности и равномерную производительность.

Для начала работы земснаряда устанавливают в положение I. В грунт закрепляется свая, установленная направляющей обоймой по оси корпуса снаряда. Наматывание каната I на барабан лебедки и ослабление каната 2 земснаряда поворачивается вокруг опущенной свайи до положения II.

Затем специальным механизмом направляющая обойма со сваями вращается до тех пор, пока поднятая свая не переместится вперед и не совместится с осью прорези. Одновременно с поворотом поднятой свайи этим же механизмом перемещается землесос вперед в положение III. Натяжением каната 2, ослабленном канате 1 земснаряд вращается относительно вновь опущенной свайи и снимает следующую полосу грунта. Так, поворотом земснаряда относительно поочередно опускаемых свай и перемещением вперед выбирают грунт до перекладки якорей. При этом, грунтозаборное устройство сохранит достаточный контакт с грунтом и снаряд, как бы шагая на сваях, будет передвигаться вперед, разрабатывая прорезь заданной ширины. Ширина ее (в м) может быть определена по формуле

$$B = R \sin \varphi, \quad (3.2)$$

где R- горизонтальное расстояние от папильонажной свайи до фрезы земснаряда при заданной глубине разработки;  $\varphi$  – угол наклона стенки забоя.

К важнейшим вспомогательным устройствам земснаряда относятся пульповоды, силовое оборудование и система управления.

Внутренние трубопроводы земснаряда разделяются на всасывающие и напорные.

Всасывающий пульповод со всасывающим патрубком грунтового насоса состоит из горизонтального участка, отвода под углом  $45^\circ$  и переходного патрубка. Напорный пульповод соединяет напорный патрубок земснаряда с плавучим пульповодом. Он состоит из участков труб, соединенных горизонтальным и вертикальным отводами, и имеет обратный клапан. напорный пульповод присоединяется к плавучему при помощи поворотного колена с сальниковым шарниром или с двумя шаровыми шарнирами и цилиндрическим патрубком между ними, компенсирующим разность высот между поворотным коленом и плавучим пульповодом.

Плавучий пульповод служит для соединения земснаряда с береговым магистральным пульповодом, обеспечивает маневренность снаряда в забое и продвижение в направлении разработки. Пульпопровод состоит из труб, уложенных на двух цилиндрических или эллиптических понтонах. трубы соединяют между собой шлангами или шаровыми шарнирами. Звенья плавучего пульповода снабжены трапами для прохода на земснаряд; по ним же прокладывается электрокабель, питающий земснаряд. Плавучий пульпопровод присоединяется к береговому, специальным устройством, позволяющим компенсировать колебание уровня воды в водоеме.

Электроснабжение землесосных снарядов, как правило, осуществляется по высоковольтным воздушным линиям, подводимым к месту работы. Высоковольтное оборудование снаряда состоит из электродвигателя грунтового насоса и силового трансформатора, а также из распределительных устройств для управления ими питающих кабелей.

Для привода землесоса обычно применяют шести киловольтные электродвигатели с фазовыми роторами [3]. Силовой трансформатор



предназначается для снижения напряжения с 6 кВ до 380...220 В для питания низковольтного оборудования землесосного снаряда. К низковольтному оборудованию относятся приводы всех вспомогательных механизмов – разрыхлителя, вспомогательного насоса, лебедок, напорного хода, а также электроосвещение земснаряда. Для привода вспомогательных механизмов применяют асинхронные двигатели с короткозамкнутой или фазовой обмоткой ротора.

### **3.1.3. Общий расчет и подбор земснаряда с фрезерным разрыхлителем**

Последовательность выполнения задания:

1. Изучить свой вариант задания по табл. 3.1 (ознакомиться с исходными данными для расчёта, посчитать: какой объём грунта необходимо разработать? Сколько потребуется для этого времени? Какими средствами это можно выполнить?).
2. Посчитать количество рабочих дней в этом периоде учитывая климатический сезон «зима-лето» – для гидромеханизации в эффективное время работы – лето.
3. Определить дневную норму выработки, для того чтобы уложиться в назначенный период.
4. Определить производительность по грунту (песку, супеси глины и др).
5. Определить производительность по пульпе.
6. Свести расчёты в сводную таблицу и дать выводы по работе

#### ***Расчет объема работ***

Требуемый объем работ, являющийся основным фактором при выборе земснаряда, определяется по формуле [6]:

$$V = 1000 \cdot B h \ell, \quad (3.4)$$

где  $V$  – объем разработки, м<sup>3</sup>;  $B$  – ширина разрабатываемого забоя, м;  $h$  – глубина разработки, м;  $\ell$  – длина забоя, км. (табл. 3.1)

*Определение нужного количества земснарядов для выполнения задания:*

$$z = V/Q_c \quad (3.5)$$

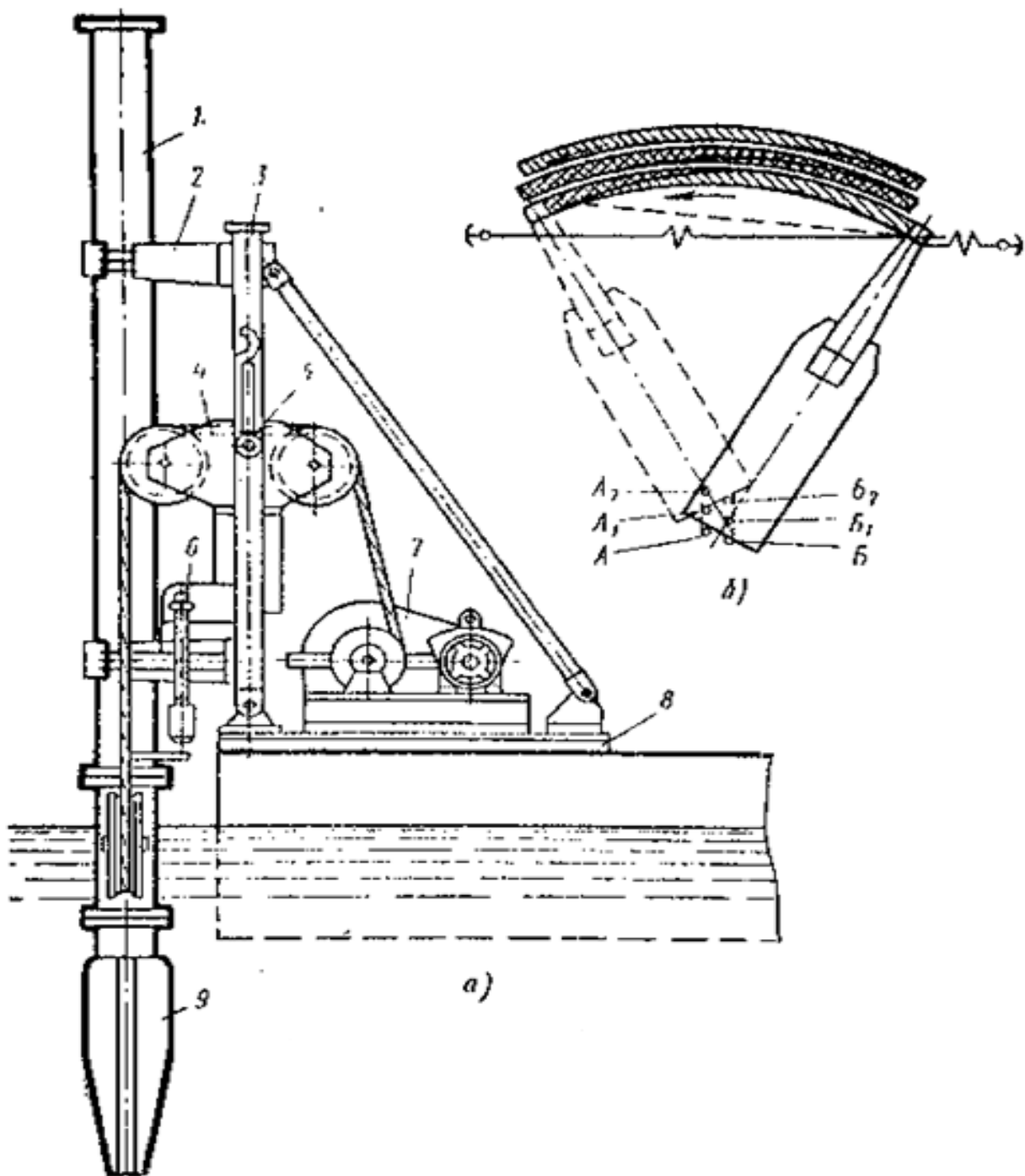


Рис.3.6. Простой свайный ход:

а – конструктивная схема; б – траектория движения грунтозаборного устройства; 1 – свая; 2 – направляющий башмак; 3 – портал; 4 – двойной блок; 5 – ролик; 6 – выключатель; 7 – лебедка; 8 – постамент свай; А и Б – свай; А1, А2, Б1, Б2 – последовательные позиции свай А и Б

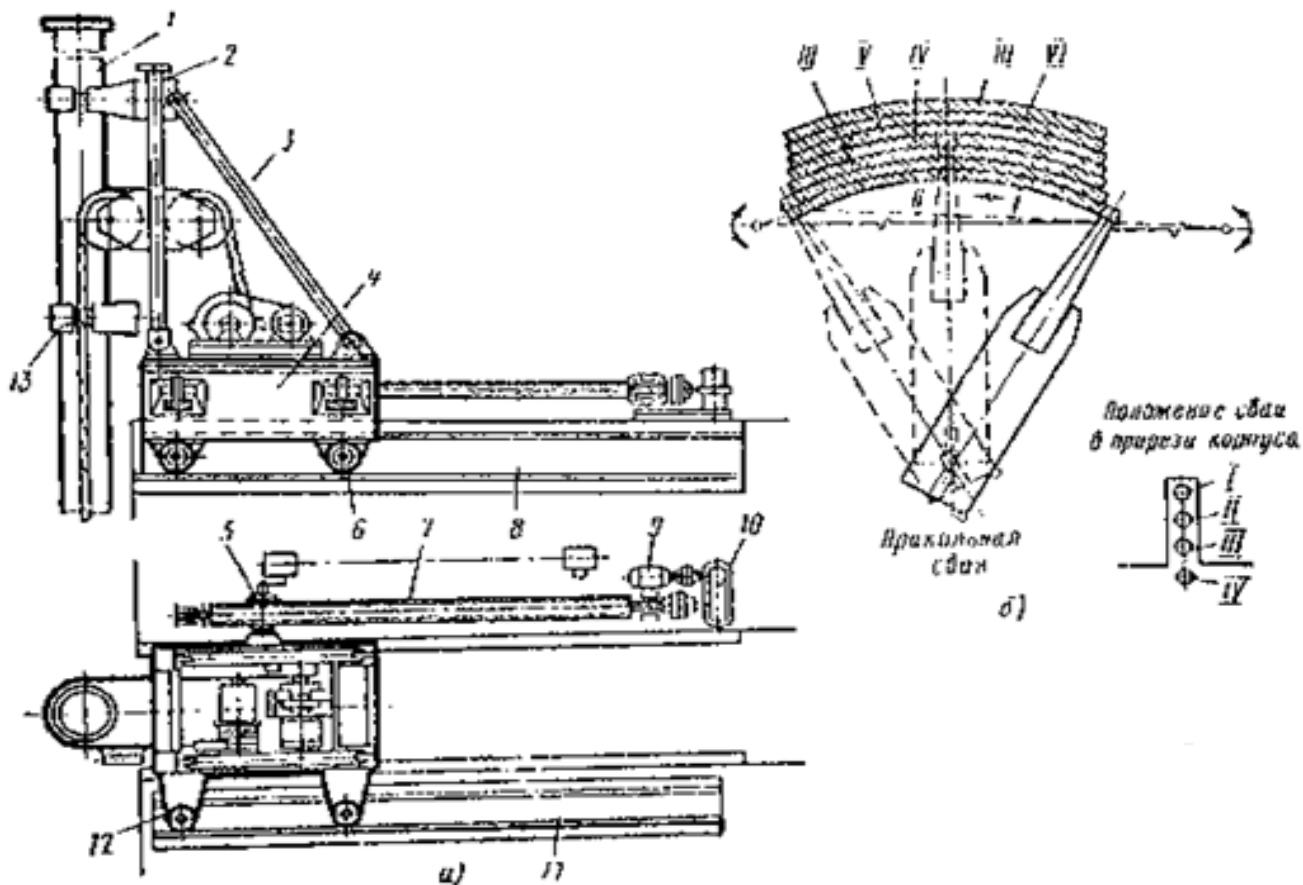


Рис. 3.7. Роторно -напорный свайный ход:

а - конструктивная схема; б - траектория движения

грунтозаборного устройства; 1– свая; 2 – портал; 3 –раскос; 4 – тележка; 5 – карет-ка; 6 – каток тележ-ки; 7 – приводной винт; 8 – вертикальные направляющие; 9 – электродвигатель; 10 – редуктор; 11 – горизонтальная направляющая; 12 – горизонтальный поток; 13 – направляющий башмак.

где  $z$  – количество земснарядов, шт;  $V$  – объем разработки,  $m^3$ ;  $Q_c$  – сезонная производительность земснаряда ( $m^3/сезон$ )

*Определение сезонной производительности земснаряда ( $m^3/сезон$ )*

$$Q_c = \frac{Q_n \cdot T_c \cdot K \cdot (100 - W_n)}{100 - W_y}, \quad (3.6)$$

где  $Q_c$  – сезонная производительность земснаряда,  $m^3/сезон$ ;  $Q_n$  – производительность грунтового насоса по пульпе,  $m^3/ч$ ;  $T_c$  – количество часов работы земснаряда в сезоне, ( $T_c = (1680 \dots 2200)$  ч);  $K$  – коэффициент использования

земснаряда, ( $K=0,6\dots0,8$ );  $W_{п}$  – влажность пульпы;  $W_{п}= 90 - 98\%$ ;  $W_{у}$  – условная влажность готовой продукции;  $W_{у}= 60\dots80\%$

*Производительность грунтового насоса по пульпе ( $m^3/c$ ) определяется по формуле:*

$$Q_{п} = \frac{3600 \cdot \pi \cdot d_{п}^2}{4 \cdot V} \quad (3.7)$$

где  $d_{п}$  – диаметр пульпопровода, мм;  $V$  – скорость транспортирования пульпы, м/с.

*Необходимый напор определяют по формуле:*

$$H = H_{\Delta} + L \cdot i \cdot k_{п} \quad (3.8)$$

где  $H$  – необходимый напор, м;  $H_{\Delta}$  – геодезическая разность отметок насоса и отвала (табл.1.1), м;  $L$  – дальность транспортирования пульпы, м;  $k_{п}$  – коэффициент увеличения потерь напора для пульпы;  $i$  – гидравлический уклон, определяемый по эмпирическому уравнению:

$$i = \frac{k_{у} \vartheta^2}{c \cdot R}, \quad (3.9)$$

где  $\vartheta$  – скорость движения пульпы, м/с;  $k_{у}$  – коэффициент уклона, ( $k_{у} = 0,01 м/с^2$ );  $R$  – гидравлический радиус, равный отношению сечения трубы к его периметру:  $R = F/p$  для расчетов можно брать  $R = d_{п}$ , м, (табл.3.1),  
 $c$  – коэффициент, учитывающий шероховатость стенок труб, определяется по формуле:

$$c = \sqrt{\frac{R}{m}} \quad (3.10)$$

где  $m$  – коэффициент, принимаемый для труб, бывших в употреблении, м;  $m = 0,012$

Коэффициент увеличения потерь напора для пульпы ( $k_{п}$ ) зависит от консистенции пульпы (выбирают по табл. 3.1):

Таблица 3.1

## Варианты заданий для выполнения расчетов и подбора земснаряда

№ варианта	Тип грунта	Ширина забоя В, м	Глубина разработки h, м	Длина забоя $\ell$ , км	Производительность насоса по пульпе $Q_n$ , м <sup>3</sup> /ч	Диаметр пульпо-провода $d_n$ , мм	Геодезическая раз-ность отместок насоса и гидроотвала $H_{\Delta}$ , м	Длина транспорти-рования пульпы, L, м	Коэффициент консистенции пульпы	Потери мощности на всасывание $N_{вс}$ , кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Пески с малым содержанием гравия	500	1,5	1,0	720	250	5,0	500	1:3	5,0
2	Суглинки	600	1,7	1,2	1260	350	7,0	700	1:5	7,0
3	Глины	700	1,9	1,5	1900	400	9,0	800	1:8	8,0
4	Супеси	800	2,0	1,7	1620	600	10,0	850	1:10	9,0
5	Пески с большим содержанием гравия	900	2,5	1,9	2300	400	12,0	600	1:8	12,0
6	Пески	1000	2,7	2,1	2300	600	15,0	900	1:10	15,0
7	Глины	1200	3,0	2,5	2300	400	6,0	750	1:5	13,0
8	Суглинки	1500	4,0	3,0	2300	600	8,0	950	1:8	14,0
9	Пески с малым содержанием гравия	1700	5,0	4,0	2300	350	10,0	600	1:10	12,0
10	Супеси	2500	14,5	5,0	2300	600	12,0	900	1:8	13,0
11	Пески с большим содержанием гравия	1900	7,0	3,5	1620	400	10,0	700	1:5	11,0
12	Пески	2100	9,0	3,0	1250	350	8,0	600	1:8	12,0
13	Глины	1600	8,0	4,5	2300	400	10,0	750	1:5	14,0
14	Суглинки	1800	12,5	5,0	2300	600	8,0	500	1:5	11,0
15	Пески с малым содержанием гравия	1200	6,0	3,0	2300	350	6,0	650	1:8	12,0

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
16	Пески с большим содержанием гравия	1700	12,5	4,5	1620	400	9,0	500	1:10	9,0
17	Суглинки	1950	7,5	5,5	2300	600	8,0	600	1:10	11,0
18	Пески	1650	8,0	4,7	1620	400	7,5	700	1:8	12,0
19	Глины	1550	9,5	3,5	2300	350	8,5	800	1:10	13,0
20	Пески с малым содержанием гравия	1450	11,5	7,5	1620	400	9,6	650	1:8	9,0
21	Глины	1650	12,0	8,5	1620	350	8,0	700	1:8	10,0
21	Суглинки	1850	12,5	6,5	2350	400	9,0	850	1:10	12,0
23	Пески с большим содержанием гравия	1600	9,5	4,5	1250	400	11,0	900	1:10	13,0
24	Пески	1700	11,0	5,5	2300	600	12,0	750	1:10	12,0
25	Супеси	1350	9,0	7,0	1620	350	9,5	650	1:8	10,0

Скорость транспортирования пульпы выбирают по табл.3.2.

Таблица 3.2

**Средние скорости транспортирования пульпы, м/с.**

Диаметр пульпопровода $D_n$ , мм	Глины, суглинки	Супеси, мелкие и средние пески	Пески с небольшим содержанием гравия	Пески с большим содержанием гравия
250	1,7	2,0	2,5	2,8
350	2,1	2,2	3,0	3,4
400	2,3	2,6	3,6	4,0
600	2,7	3,2	4,2	4,6

**Коэффициент увеличения потерь напора для пульпы**

Консистенция пульпы	1:3	1:5	1:8	1:10
$k_{п}$	1,6	1,5	1,3	1,2

**Мощность земснаряда** определяется по формуле:

$$P = P_{н} + P_{р} + P_{вс}, \quad (3.11)$$

где  $P$  – мощность земснаряда, кВт;  $P_{н}$  – мощность грунтового насоса, кВт;  $P_{р}$  – мощность рыхлителя, кВт;  $P_{вс}$  – потери мощности на всасывание, кВт, (табл.3.1)

Отечественные земснаряды в основном комплектуются рыхлителями фрезерного типа с мощностью привода 13...175 кВт, (табл.3.4).

Мощность, расходуемая грунтовым насосом, определяют по формуле:

$$P_{н} = W_{уд} \Pi_{г} / 102\eta, \quad (3.12)$$

где  $\Pi_{г}$  – количество перемещаемого грунта, м<sup>3</sup>/ч, ( $\Pi_{г} = 0,01Q_{н}$  по воде);  $\eta$  – КПД насоса, ( $\eta=0,6-0,8$ );  $W_{уд}$  – удельный расход электроэнергии на транспортирование одного кубометра грунта, кВт·ч/м<sup>3</sup>, по данным производственных испытаний для разрабатываемых грунтов согласно задания можно принимать:

$$W_{уд} = 3(L + H_{\Delta}), \quad (3.13)$$

где  $L$  – дальность транспортирования, м.

**Выбор земснаряда**

По характеристике грунтового насоса выбирают земснаряд (табл.3.4, 3.5).

## Техническая характеристика мелиоративных земснарядов

Наименование показателей	Тип земснарядов			
	Д-110/47-И-01	Д-110/47-ИФ	Д-110/ 47-И	Д-110/ 47-И-1
Производительность по грунту, м <sup>3</sup> /ч	18	54	54	116
Дальность транспортировки грунта, м	350	480	480	1235
Наибольшая глубина разработки с механическим разрыхлителем	6	10	10	11,6
Масса землесосной установки, т	1,0	9,5	9	11,9
Установленная мощность, кВт	27	155	135	325
Мощность грунтонасосного агрегата, кВт	11	100	100	250
Напор, м	25	27	27	56
Диаметр напорного пульпопровода, мм	100	200	200	280

Данные расчетов корректируют и заносят в сводную таблицу. Таблица 3.5

## Техническая характеристика земснарядов

Тип земснаряда /Показатели	Миасс 400/20	Миасс 400/40	Миасс 800/40	Миасс 1600/25	Миасс 1600/45
Тип грунтового насоса:	ГрАУ 400/20	ГрАТ 350/40	ГрУ 800/40	ГрАУ 1600/25	ГрУТ 1600/45
диаметр всасывающего трубопровода, мм	200	200	250	300	350
Диаметр напорного трубопровода, мм	200	200	250	300	350
Производительность по пульпе, м <sup>3</sup> /ч	400	400	800	1600	1600
Напор, м	20	40	40	25	45
Мощность главного электродвигателя, кВт	55	132	200	250	500
Установленная мощность электрооборудования, кВт	110	190	300	370	650
Максимальная глубина разработки, м	5	5	6	6	6
Производительность по грунту, м <sup>3</sup> /ч	40	40	80	160	160
Масса, т	15	15	17,5	18,8	25



### *Пример расчета выполнен по варианту № 1 задания*

**Исходные данные для расчета:** ширина разработки –  $B = 500$  м; глубина разработки –  $h = 1,5$  м; длина разрабатываемого участка (забоя) –  $\ell = 1,0$  км; тип разрабатываемого грунта – пески с содержанием гравия; консистенция пульпы – 1:3; диаметр пульпопровода –  $d_{\text{п}} = 250$  мм; геодезическая разность отметок насоса и гидроотвала –  $H_{\Delta} = 5,0$  м; дальность транспортирования пульпы –  $L = 500$  м; потери мощности на всасывание –  $N_{\text{вс}} = 5,0$  кВт.

### **Выполнение расчета**

*Планируемый объем работ, определяют по формуле*

$$V = 1000 \cdot B h \ell = 1000 \cdot 500 \cdot 1,5 \cdot 1,0 = 750000 \text{ м}^3$$

*Производительность грунтового насоса по пульпе, м<sup>3</sup>/ч, определяется по формуле:  $Q_{\text{н}} = 3600 \pi d_{\text{п}}^2 / 4 v = 3600 (3,14 \cdot 0,25^2 / 4) 2,5 = 441,56 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,*

где  $Q_{\text{н}}$  – производительность насоса по пульпе, м<sup>3</sup>/ч;  $d_{\text{п}}$  – диаметр пульпопровода,  $d_{\text{п}} = 0,250$  м;  $v$  – скорость транспортирования пульпы, для пульпы, содержащей пески с содержанием гравия,  $v = 2,5$  м/с.

*Сезонная производительность земснаряда (м<sup>3</sup>/сезон), определяется по формуле 3.1.6.*

Для сезонной нагрузки, равной 2000 часов

$$Q_{\text{с}} = \frac{Q_{\text{н}} \cdot T_{\text{с}} \cdot K \cdot (100 - W_{\text{п}})}{100 - W_{\text{у}}} = \frac{441,56 \cdot 2000 \cdot 0,7 \cdot (100 - 95)}{100 - 70} = 103030 \text{ м}^3/\text{сезон}.$$

где  $Q_{\text{с}}$  – сезонная производительность земснаряда, м<sup>3</sup>/сезон;  $Q_{\text{н}}$  – производительность грунтового насоса по пульпе, м<sup>3</sup>/ч;  $T_{\text{с}}$  – количество часов работы земснаряда в сезоне, ( $T_{\text{с}} = (1680 \dots 2200)$  ч);  $K$  – коэффициент использования земснаряда, ( $K = 0,6 \dots 0,8$ );  $W_{\text{п}}$  – влажность пульпы;  $W_{\text{п}} = 90 - 98\%$ ;  $W_{\text{у}}$  – условная влажность готовой продукции;  $W_{\text{у}} = 60 \dots 80\%$

*Требуемое количество земснарядов*

$$z = V / Q_{\text{с}} = 750000 / 103030 = 7,28 \rightarrow 7 \text{ земснарядов}$$

где  $z$  – количество земснарядов, шт;  $V$  – объем разработки, м<sup>3</sup>;  $Q_c$  – сезонная производительность земснаряда (м<sup>3</sup>/сезон).

*Значение гидравлического радиуса  $R$  принимают равным диаметру пульпопровода  $R = 0,25$  м.*

где  $m$  – коэффициент, принимаемый для труб, бывших в употреблении, м;  $m = 0,012$

*Коэффициент «с», учитывающий шероховатость стенок труб* определяется по формуле (3.1.10)

$$c \sqrt{\frac{R}{m}} = \sqrt{\frac{0,25}{0,012}} = 4,564.$$

*Необходимый напор определяют по формуле*

$$H = H_{\Delta} + L_i \cdot k_{\Pi} = 5,0 + 500 \cdot 0,054 \cdot 1,6 = 48,2 \text{ м.}$$

где  $H$  – необходимый напор, м;  $H_{\Delta}$  – геодезическая разность отметок насоса и отвала (табл.1.1), м;  $L$  – дальность транспортирования пульпы, м;  $k_{\Pi}$  – коэффициент увеличения потерь напора для пульпы;  $i$  – гидравлический уклон, определяемый по эмпирическому уравнению:

*Гидравлический уклон  $i$  определяется по эмпирическому уравнению*

$$i = \frac{k_y v^2}{c \cdot R} = 0,01 \cdot 2,5^2 / 4,654 \cdot 0,25 = 0,054.$$

где  $v$  – скорость движения пульпы, м/с;  $k_y$  – коэффициент уклона, ( $k_y = 0,01 \text{ м/с}^2$ );  $R$  – гидравлический радиус, равный отношению сечения трубы к его периметру:  $R = F/p$  для расчетов можно брать  $R = d_{\Pi}$ , м, (табл.3.1).

Согласно полученным значениям производительности (441,56 м<sup>3</sup>/ч) и напора (48,2 м) выбирают грунтовый насос типа ГрУ 800/40, по характеристике которого подбирают земснаряд типа Миасс 800/40 (табл.3.5).

*Мощность, расходуемая на привод грунтового насоса, определяется по формуле*

$$P_H = w_{уд} \Pi_r / 102 \eta = 1501 \cdot 0,01 \cdot 400 / 102 \cdot 0,7 = 84,1 \text{ кВт.}$$

где  $\Pi_r$  – количество перемещаемого грунта, м<sup>3</sup>/ч, ( $\Pi_r = 0,01 Q_H$  по воде);  $\eta$  – КПД насоса, ( $\eta=0,6-0,8$ );  $W_{уд}$  – удельный расход электроэнергии на транспортирование одного кубометра грунта, кВт·ч/м<sup>3</sup>, по данным производственных испытаний для разрабатываемых грунтов согласно задания можно принимать:

$$W_{уд} = 3(L + H_{\Delta}), \quad (3.13)$$

где  $L$  – дальность транспортирования, м;  $W_{уд}$  – удельный расход электроэнергии на транспортирование одного кубометра грунта, кВт, определяется по формуле (3.13)

$$W_{уд} = 3(L + H_{\Delta}) = 3 \cdot (500 + 0,04 \cdot 5,0) = 1501 \text{ кВт·ч/м}^3;$$

$\Pi_r$  – количество перемещаемого грунта, м<sup>3</sup>/ч, при производительности насоса по пульпе 441,56 м<sup>3</sup>/ч и консистенции пульпы 1:3 определяется по таблице (3.5)

$$\Pi_r = 400 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$P_p$  – мощность рыхлителя, на земснаряде типа Миасс 800/40 установлен рыхлитель фрезерного типа мощностью привода 200 кВт;

*Потери мощности на всасывание* согласно задания (табл. 3.1) –  $P_{вс} = 5,0$  кВт.

*Мощность земснаряда определяется по формуле* (3.11)

$$P = P_H + P_p + P_{вс} = 84,1 + 200 + 5 = 289,1 \text{ кВт.}$$

где  $P$  – мощность земснаряда, кВт;  $P_H$  – мощность грунтового насоса, кВт;  $P_p$  – мощность рыхлителя, кВт;  $P_{вс}$  – потери мощности на всасывание, кВт, (табл.3.1)

Данные расчетов заносят в сводную таблицу 3.6

Таблица 3.6.

### Сводная таблица результатов расчета

Тип земснаряда, показатели (установленная мощность, кВт, и др.	N, кВт	H, м	Q <sub>с</sub> , м <sup>3</sup> /сезон	Q <sub>н</sub> , м <sup>3</sup> /ч	V, м <sup>3</sup>	Z, шт
Миасс 800/40; 300 кВт	289,1	40	103030	441,56	750000	7

## 3.2. Гидромониторный способ гидромеханизации

### 3.2.1. Схемы забоев при гидромониторном способе гидромеханизации

Наибольшее распространение получили три принципиальных схемы производства (размыва), грунта гидромонитором в забоях.

При попутном забое – разрыв грунта производится сверху-вниз (рис. 3.7), гидромонитор устанавливается в верхней части забоя 1, и сначала разрабатывает канаву для отвода пульпы от забоя. Затем грунт вблизи гидромонитора смывается по подошве забоя 2 и направляется в канаву, по которой стекает к зумпфу грунтонасосной (землесосной) установки. Этот способ широко используется при разработке связных грунтов и торфа. Недостаток способа большой объём недомыва и высокий удельный расход (расход большого количества кубометров воды на разрыв  $1\text{ м}^3$  грунта) [3].

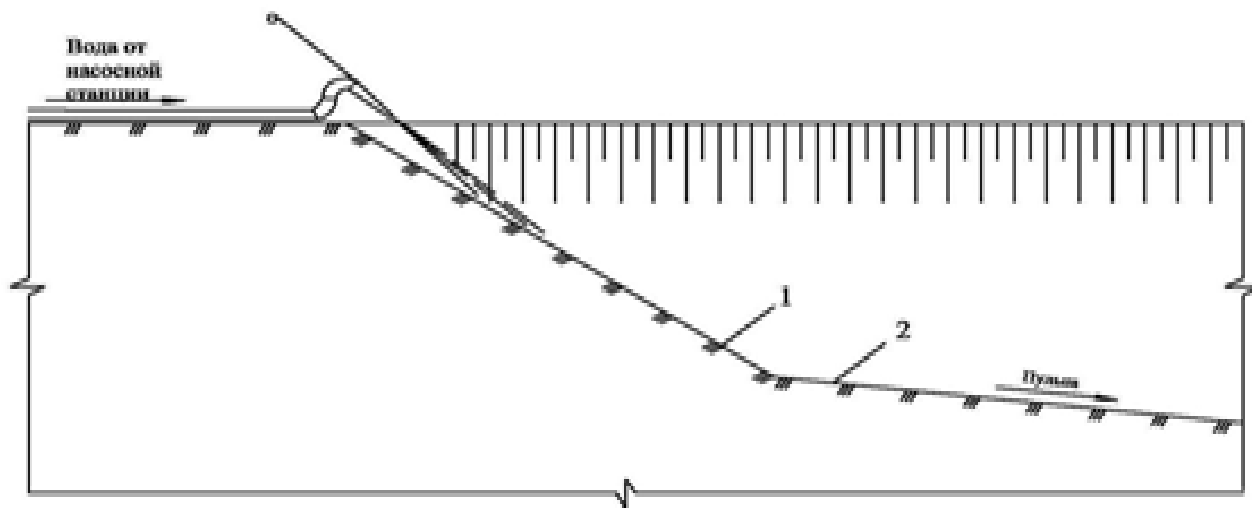


Рис. 3.8. Схема размыва грунта попутным забоем:

1- откос забоя; 2 – подошва забоя

При встречном забое – разрыв грунта производится снизу-вверх (рис. 3.9), этот способ является наиболее производительным. Гидромонитор устанавливается на подошву забоя, по возможности, максимально близко к нему, соблюдая условия техники безопасности. Таким образом, направление движения струи

гидромонитора противоположно направлению движения потока пульпы. Вначале прямым ударом струи подрезают уступ грунта по максимально возможной ширине забоя, при этом энергия струи гидромонитора используется наиболее эффективно для обрушения больших масс грунта, затем смывают обрушенный и разрыхленный грунт в канаву, по которой образовавшаяся пульпа отводится к зумпфу грунтонасосной установки, благодаря образовавшемуся уклону подошвы забоя. Величина уклона зависит от крупности частиц размываемого грунта. [7]. При таком способе размыва грунта углы между струёй гидромонитора и стенкой забоя близки к прямым, поэтому процесс размыва очень эффективен. В нижней части образуются врубы, приводящие к обрушению вышележащего грунта. Дальнейшее разрушение обрушенного грунта происходит ещё интенсивнее. [7].

При разработке грунта встречным забоем: песчаных, суглинистых и глинистых грунтов для безопасности производства работ рекомендуется выдерживать расстояние от гидромонитора до бровки разрабатываемого уступа, равное  $h$ , при разработке лёссовидных грунтов –  $1,2 h$ , где  $h$  – высота уступа. Во всех случаях – уступ не должен превышать 20 м [3].

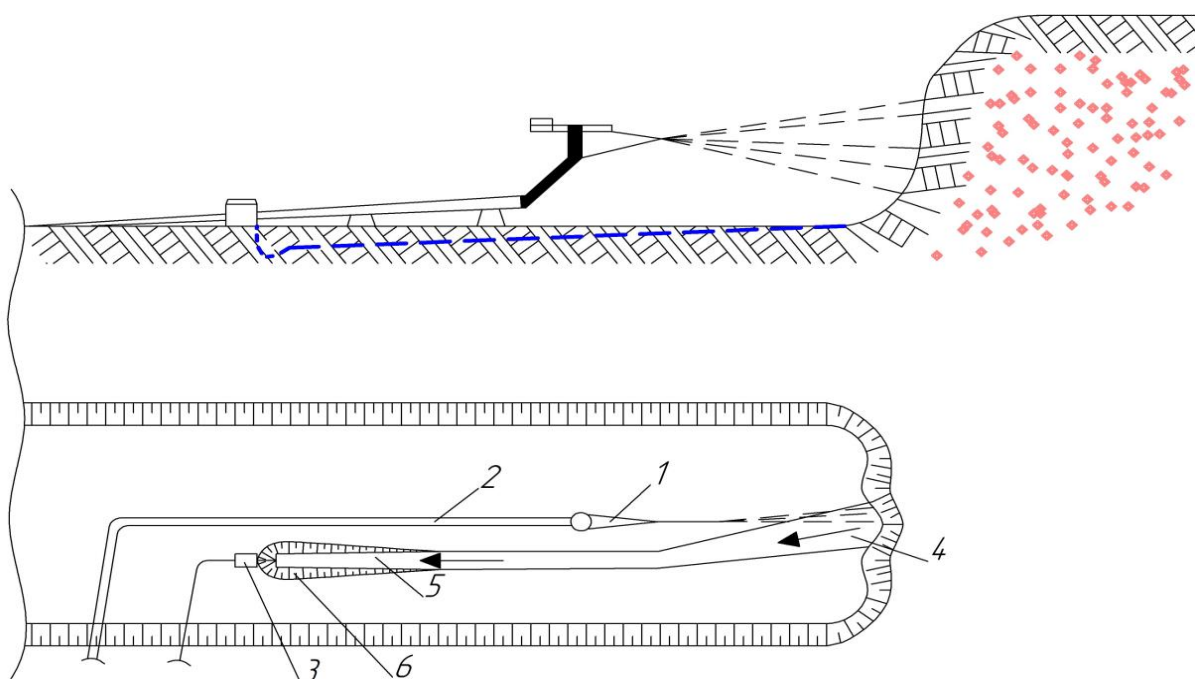


Рис. 3.9 Разработка грунта встречным забоем:

1 – гидромонитор; 2 – трубопровод подачи воды; 3 – грязевой насос; 4 – отводной канал; 5 – отстойник; 6 – зумпф.

При боковом забое – гидромонитор устанавливается на подошву забоя, и сначала разрабатывает канаву для отвода пульпы от забоя. Далее разработка может вестись, как с поверхности, когда карьер расположен выше гидромониторно-грунтонасосной установки размыв грунта, производится снизу-вверх захватывая правую, центральную и левую часть забоя (рис. 3.9), так и из начального котлована. Для разработки начальных котлованов применяют гидромониторы, которые вымывают грунт из-под грунтонасосной установки, в результате чего она постепенно в процессе работы опускается.

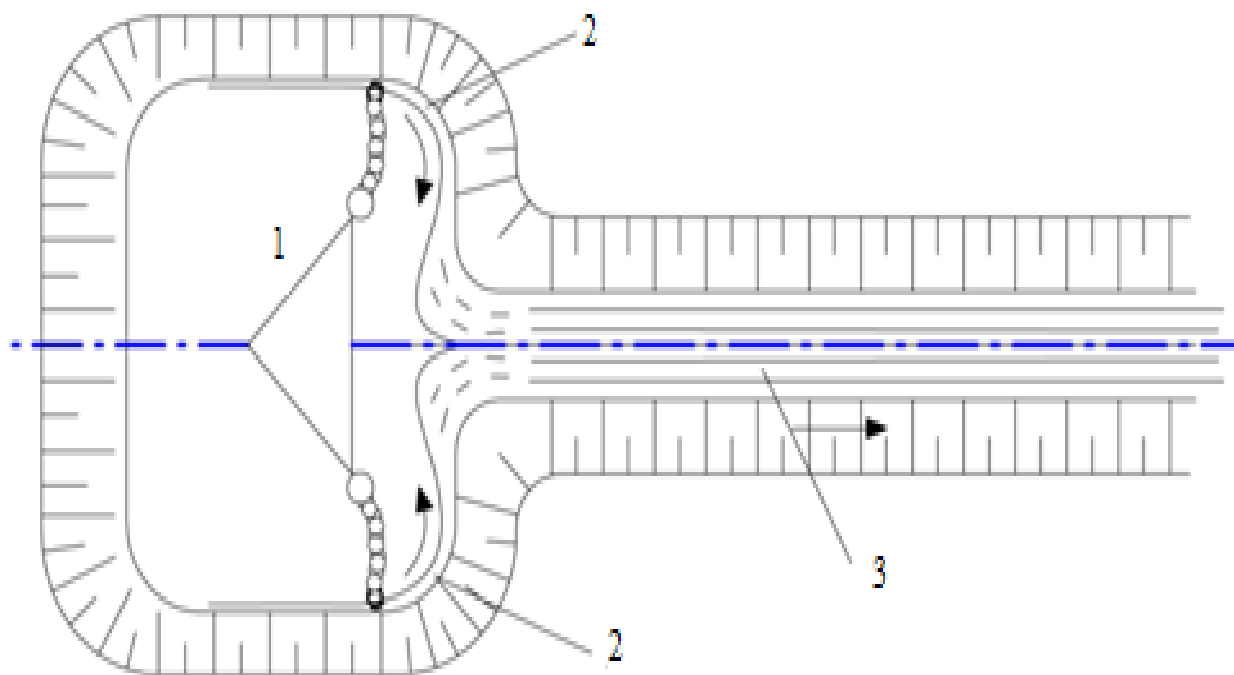


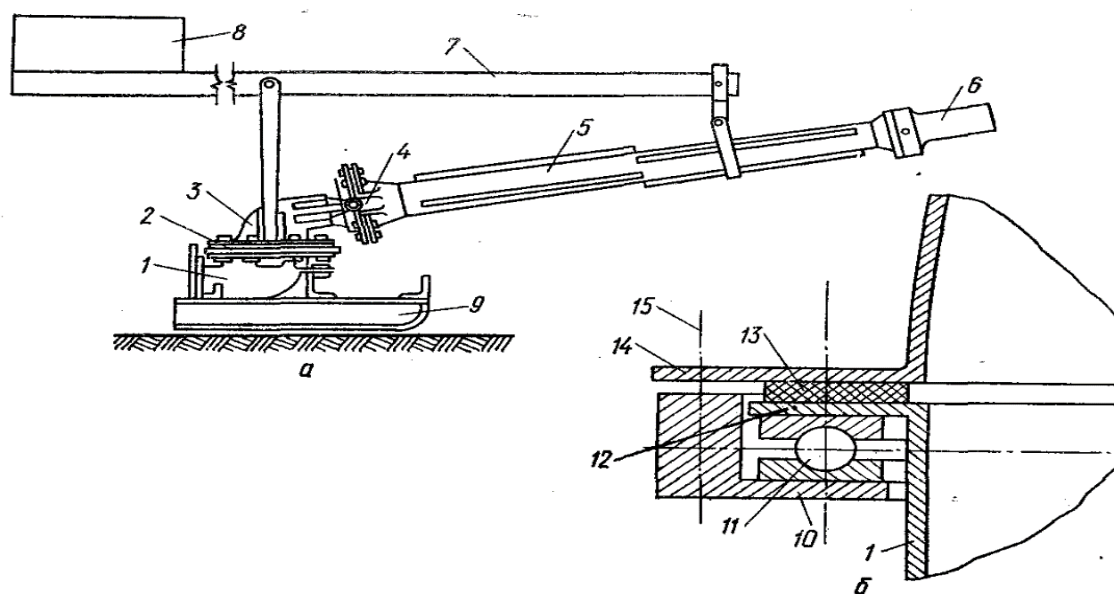
Рис. 3.9. Схемы гидромониторной разработки грунта боковым размывом:

1 – гидромонитор; 2 – боковые забои; 3 – отводная канава

### 3.2.2. Конструкции гидромониторов

Гидромонитор (Рис.3.10. а) – устройство, предназначенное для образования мощной, компактной, высоконапорной струи воды и направления её в нужную точку забоя для размывания грунта при производстве земляных работ способом

гидромеханизации. Общие требования к гидромониторам заключаются в создании компактной струи воды, не расчлняющейся (не распадающейся) до достижения грунтового массива; в надежности конструкции, простоте монтажа и замены сборочных единиц и деталей; минимальных потерях напора; в легкой управляемости и безопасности. Компактность струи воды, выбрасываемой гидромонитором, зависит от гидравлического совершенства его проточной части и тщательности шлифовки насадки.



**Рис. 3.10. Гидромонитор с круговым поворотом ствола:** а – общий вид; б – схема соединения колен; 1 – нижнее колено; 2 – шарнир поворота ствола в горизонтальной плоскости; 3 – верхнее колено; 4 – шарнир поворота ствола в вертикальной плоскости; 5 – ствол; б – насадка; 7 – водило (рычаг управления); 8 – противовес; 9 – салазки; 10 – обойма (разъемная по диаметру); 11 – подшипник упорный шариковый; 12 – фланец нижнего колена; 13 – уплотнение; 14 – фланец верхнего колена; 15 – стяжной болт.

Водяная струя, вылетая из насадки с большой скоростью (рис. 3.11), сначала имеет плотную структуру и является наиболее эффективной для размыва грунта. Но по мере удаления струи от насадки ее диаметр увеличивается, скорость резко падает, давление понижается, происходит насыщение струи воздухом (аэрация) и отделение периферийных струек: струя приобретает конусную форму и эффективности ее резко снижается, поэтому расстояние между насадкой гидромонитора

и поверхностью размываемого грунта (дальность полета струи) выбирается такой, чтобы разрушающая скорость воды в момент удара о стенку забоя составляла не менее 10-12 м/с для песчаных грунтов, 20-25 м/с для супесей и суглинков и 30-35 м/с для средних и тяжелых глин.

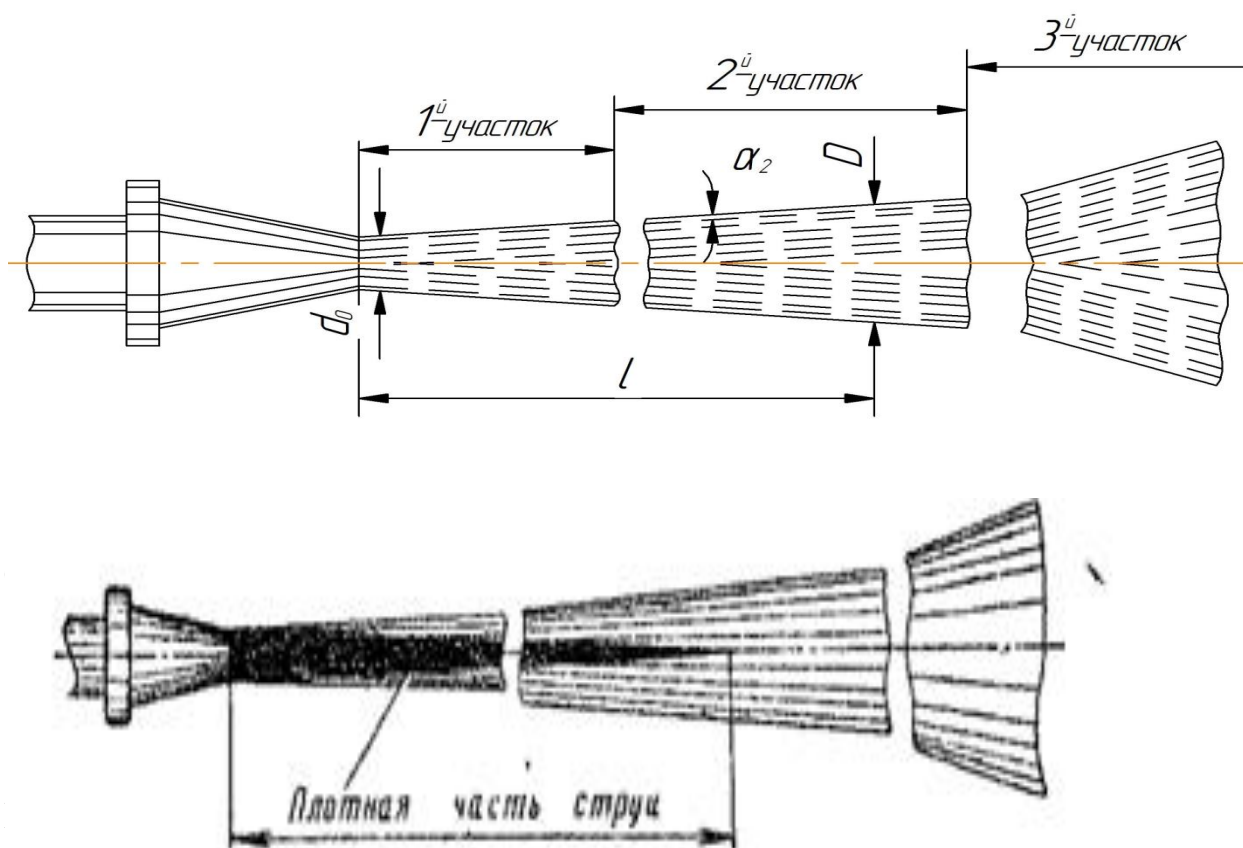


Рис. 3.10. Параметры вылетающей из насадки струи.

**Основной тенденцией развития гидромониторной разработки грунта является создание и все более широкое применение новых эффективных конструкций самоходных и дистанционно управляемых гидромониторов. Вместе с**



тем, большое распространение имеют переставные гидромониторы с ручным управлением. А так как по требованиям техники безопасности гидромониторы с ручным управлением нельзя устанавливать вблизи забоя, то применяются обычно гидромониторы дальнего действия. Чтобы подавать водяную струю в разные точки забоя, в современных конструкциях гидромониторов предусмотрена возможность кругового поворота ствола в горизонтальной плоскости, и на угол  $35...75^\circ$  в вертикальной плоскости. Для обеспечения такой подвижности ствола в конструкции гидромонитора предусмотрена достаточная подвижность соединений.

На рис. 3.12 а показана схема гидромонитора с круговым поворотом ствола. Гарантированный поворот ствола гидромонитора в горизонтальной плоскости обеспечивает горизонтальный шарнир 2, а поворот в вертикальной плоскости, обеспечивает вертикальный сальниковый шарнир 4. Вода поступает из водоисточника по напорному трубопроводу, присоединяемому к фланцу нижнего колена 1, диаметр которого является главным параметром гидромонитора.

Конструкция шарнира 2 поворота ствола в горизонтальной плоскости показана на рис. 3.12.б. Фланец 14 верхнего колена 3 соединяется с нижним коленом 1 посредством разъемной по диаметру обоймы 10. Между выступом обоймы и фланцем нижнего колена 12 размещается подшипник упорный шариковый 11. Соединение уплотняется кожаным манжетом 13.

Сменная насадка 6 гидромонитора навинчивается на резьбу верхнего участка ствола. Каждый гидромонитор снабжается несколькими (до пяти) сменными насадками, что позволяет изменять расход воды и диаметр струи. Для стабилизации направления потока воды после прохождения колен и шарниров в стволе устанавливаются струенаправляющие ребра.

Ручное управление гидромонитором осуществляется водилом 7, но у больших гидромониторов для облегчения управления применяются штурвальные механические, электрические, гидравлические и электро-гидравлические системы управления.

Эффективность разработки грунтов повышается при дистанционном управлении гидромониторами, которое позволяет приблизить гидромонитор к забою и увеличить давление струи на грунт. Кроме того, дистанционное управление гидромонитором повышает безопасность производства работ.

На рис. 3.12. представлена гидромониторная установка с дистанционным управлением. Она состоит из гидромонитора 1, электропривода гидросистемы 2, кабеля 3, переносного пульта управления 4 и кабины гидромониторщика 5. Пульт управления может находиться на расстоянии до 30 м от гидромонитора. Электропривод гидросистемы, насос и масло бак установлены непосредственно на гидромониторе. Схема электрогидравлической системы управления представлена на рис. 3.12, б.

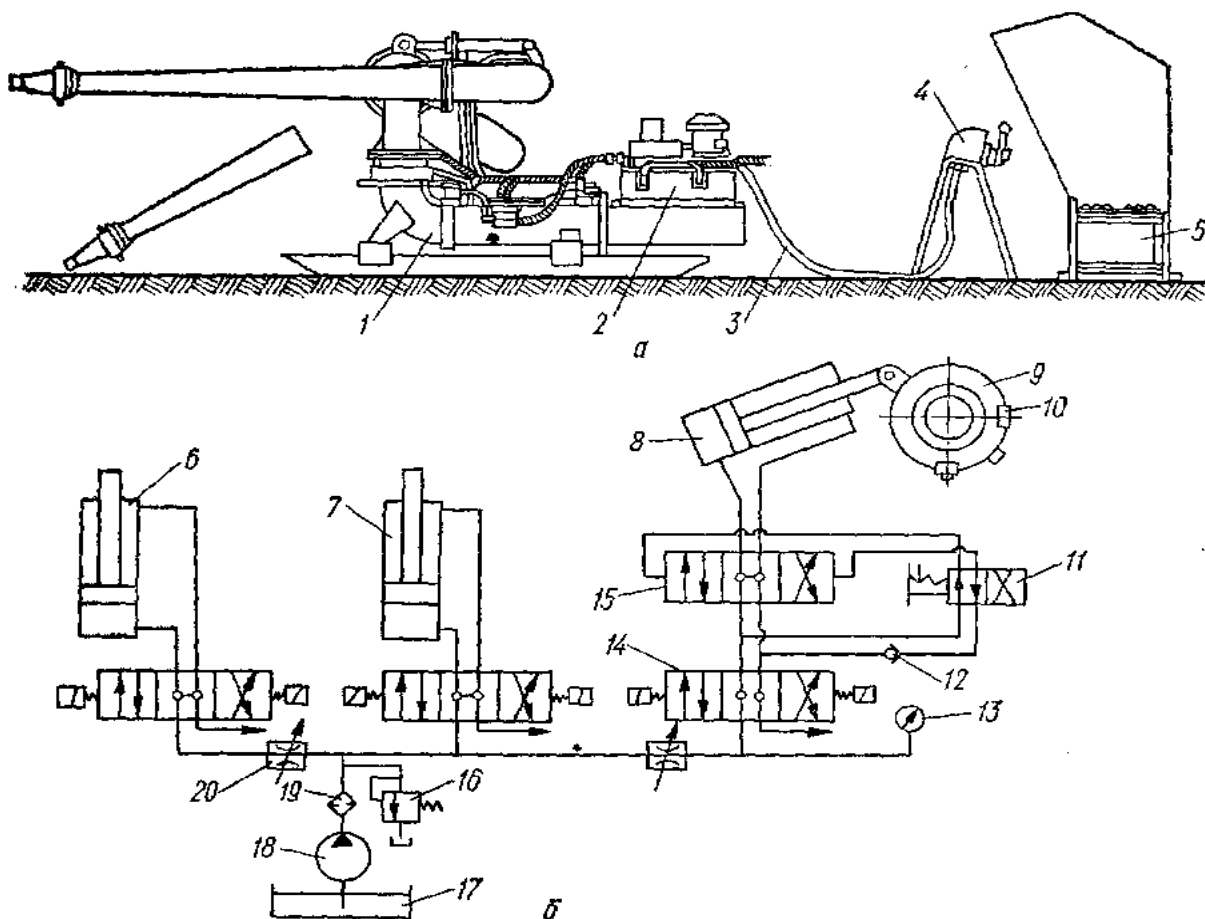


Рис. 3.12. Схемы гидромонитора с дистанционным управлением:

а – общий вид; б – электрогидравлическая система управления; 1 – гидромонитор; 2– электропривод гидросистемы; 3 – кабель; 4 – пульт управления; 5 – кабина; 6 – гидроцилиндр поворота гидромонитора в вертикальной плоскости; 7 – гидроцилиндр управления зажимом гидромонитора в вертикальной плоскости; 8– гидроцилиндр управления зажимом гидромонитора в плане; 9 – каретка; 10– упор; 11 – кран; 12 – обратный клапан; 13 – манометр; 14– распределители с четырехходовыми реверсивными золотниками; 15 – распределитель с золотником для автоматического реверсирования гидромонитора в плане; 16 – предохранительный клапан; 17 – маслобак; 18 – насос с электродвигателем; 19 – фильтр; 20– дроссели.

В нее входит маслобак 17, насос 18 с электродвигателем, фильтр 19, предохранительный клапан 16, дроссели для регулирования потока рабочей жидкости 20, манометр 13 для контроля величины давления рабочей жидкости в системе, распределители с четырехходовыми реверсивными золотниками 14 с электрическим управлением соответствующими исполнительными механизмами. Давление масла в системе должно быть до 2,5 МПа.

Поворот ствола 5 в вертикальной плоскости осуществляет гидроцилиндр 6, а поворот в плане – гидроцилиндр 8. Поворот в горизонтальной плоскости производится с помощью каретки с гидравлическим зажимом, управляемой гидроцилиндром 7. Для автоматического реверсирования ствола 5 в горизонтальной плоскости предназначено устройство, состоящее из распределителя с золотником 15, крана 11, обратного клапана 12 и упоров 10 на каретке 9.

В мировой практике гидромеханизации, на больших стройках в последнее время всё чаще бывают востребованы конструкции самоходных гидромониторов. Применяются гусеничное и шагающее ходовое оборудование с дистанционным управлением.

### **3.2.3. Расчёт производительности гидромонитора**

При гидромониторных работах на удельный расход и необходимое давление воды значительно влияет высота уступа. С увеличением высоты забоя повышается интенсивность размыва, снижается удельный расход воды, уменьшается протяженность карьерных напорных трубопроводов и

пульпоотводящих линий, увеличивается объем грунта, смываемый с одной стоянки гидромонитора и землесоса, уменьшается недомыв грунтов.

Данные по вариантам работ приведены в таблице 3.7.

В вариантах заданий, где проводится разработка однородного грунта без каменных включений, расход воды на выгонку рассчитывать не нужно.

Таблица 3.7

### Исходные данные для расчетов и выбора типа гидромонитора

№ вар.	Размываемый грунт	Высота уступа, м	Способы размыва	Направление ведения размыва	Вид обезвоживания	Суточная выработка, м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7
1	Пески мелкозернистые	до 5	с верхней площадки уступа	продольное	Сброс пульпы в отвал	1000
2	Супесь легкая	от 5 до 15	с нижней площадки уступа	поперечное	Укладка грунта в отвал	1200
3	Песчано-гравийная смесь с содержанием гравия до 40 %	свыше 15	с предварительным увлажнением пород	продольное	Сброс пульпы в отвал	1300
4	Пески среднезернистые	до 5	с механическим рыхлением	поперечное	Укладка грунта в отвал	1400
5	Супесь средняя	от 5 до 15	с верхней площадки уступа	продольное	Сброс пульпы в отвал	1500
6	Суглинок легкий	свыше 15	с нижней площадки уступа	поперечное	Укладка грунта в отвал	1400
7	Песчано-гравийная смесь с содержанием гравия до 25 %	до 5	с предварительным увлажнением пород	продольное	Сброс пульпы в отвал	1300

1	2	3	4	5	6	7
	Пески крупнозернистые	от 5 до 15	с механическим рыхлением	поперечное	Укладка грунта в отвал	1200
9	Супесь тяжелая	свыше 15	с верхней площадки уступа	продольное	Сброс пульпы в отвал	1000
10	Торф разложившийся	до 5	с нижней площадки уступа	поперечное	Укладка грунта в отвал	1200
11	Песчано-гравийная смесь с содержанием гравия до 40 %	от 5 до 15	с предварительным увлажнением пород	продольное	Сброс пульпы в отвал	1300
12	Пески среднезернистые	от 5 до 15	с механическим рыхлением	поперечное	Укладка грунта в отвал	1400
13	Супесь тяжелая	до 5	с верхней площадки уступа	продольное	Сброс пульпы в отвал	1500
14	Пески крупнозернистые	от 5 до 15	с нижней площадки уступа	поперечное	Укладка грунта в отвал	1400
15	Песчано-гравийная смесь с содержанием гравия до 25 %	свыше 15	с предварительным увлажнением пород	продольное	Сброс пульпы в отвал	1300
16	Супесь тяжелая	до 5	с механическим рыхлением	поперечное	Укладка грунта в отвал	1200
17	Пески мелкозернистые	от 5 до 15	с верхней площадки уступа	продольное	Сброс пульпы в отвал	1100
18	Супесь легкая	свыше 15	с нижней площадки уступа	поперечное	Укладка грунта в отвал	1000

1	2	3	4	5	6	7
19	Пески крупнозернистые	до 5	с предварительным увлажнением пород	продольное	Сброс пульпы в отвал	1100
20	Песчано-гравийная смесь с содержанием гравия до 25 %	от 5 до 15	с механическим рыхлением	поперечное	Укладка грунта в отвал	1200
21	Пески среднезернистые	свыше 15	с верхней площадки уступа	продольное	Сброс пульпы в отвал	1300
22	Пески крупнозернистые	до 5	с нижней площадки уступа	поперечное	Укладка грунта в отвал	1400
23	Супесь тяжелая	от 5 до 15	с предварительным увлажнением пород	продольное	Сброс пульпы в отвал	1500
24	Пески мелкозернистые	свыше 15	с механическим рыхлением	поперечное	Укладка грунта в отвал	1000
25	Песчано-гравийная смесь с содержанием гравия до 25 %	до 5	с верхней площадки уступа	продольное	Сброс пульпы в отвал	1200

### 3.2.4. Определение параметров гидромониторного размыва разрабатываемого карьера

#### *Расчет расхода и напора воды*

Удельный расход воды на отбойку грунта ( $\text{м}^3/\text{м}^3$ ) вычисляют по формуле

$$a_1 = P_1 / H^{0.5} \cdot V_3, \quad (3.1)$$

где  $P_1$  - коэффициент работы по отбойке ( $\text{м}^3 \cdot \text{м}$ )<sup>0.5</sup>, определяется по формуле

$$P_1 = 6 \cdot 10^{-4} \cdot H^{2,6274} (\text{м}^3 \cdot \text{м})^{0,5}; \quad (3.2)$$

где  $H$  - необходимый напор воды, м (табл. 3.8);  $V_3$  - коэффициент трудоемкости размыва забоя.

$$V_3 = \xi_p \cdot \xi_v, \quad (3.3)$$

где  $\xi_p$  - коэффициент способа размыва (табл. 3.11);  $\xi_v$  - коэффициент высоты уступа, определяется по зависимости

$$\xi_v = a \cdot H_y^b \quad (3.4)$$

где  $a, b$  - эмпирические коэффициенты, при размыве с верхней площадки уступа  $a = 0,813, b = 0,288$ ;  $H_y$  - высота уступа, м.

Удельный расход воды на выгонку ( $\text{м}^3/\text{м}^3$ ) рассчитывают по формуле

$$a_2 = P_2 / H^{0,25} \cdot V_6, \quad (3.5)$$

где  $P_2$  - коэффициент работы по выгонке ( $\text{м}^3 \cdot \text{м}$ )<sup>0,25</sup>;

$$P_2 = (3,93 \cdot B_2^2 - 5,37 \cdot B_2 + 237,98) \cdot 10^{-2}, \quad (3.6)$$

где  $B_2$  - выход мелкой гальки (20...10 мм) в размываемых рыхлых отложениях, %.

$V_6$  - коэффициент трудоемкости перемещения пород.

$$V_6 = \xi_c \cdot \xi_y \cdot \xi_{вг}, \quad (3.7)$$

где  $\xi_c$  - коэффициент системы разработки,  $\xi_c = 1$ ;  $\xi_y$  - коэффициент уклона,  $\xi_y = c / (100 \cdot i) + e$ ,  $c, e$  - эмпирические коэффициенты, Для системы с попутно-отступающим забоем и размывом с поверхности  $c = 0,186, e = 0,758$ ;  $i$  - уклон поверхности смыва ( $i = 0,015...0,060$  в зависимости от состава размываемых грунтов, см. табл. 3.7). гидросмеси из забоя, организуют недомыв,  $\xi_{вг}$  - коэффициент способа выгонки пород,  $\xi_{вг} = 1$ .

Направление ведения работ (продольное или поперечное) выбирают по значению максимального уклона, и в случае, если он больше или равен значениям, приведенным в табл. 3.7, его принимают максимальным в дальнейших расчетах. При меньших значениях, с целью обеспечения эффективной выгонки

Таблица 3.8

**Необходимый напор воды для размыва грунтов гидромонитором**

Категория (крепости грунтов (пород)	Грунты (породы)	Необходимый напор при высоте уступа, м:		
		до 5	от 5 до 15	> 15
1	Предварительно разрыхленные не слежавшиеся	30...40	40...50	50...60
2	Пески мелкозернистые	30...40	40...50	50...60
	Супесь легкая	30...40	40...50	50...60
	Лесс рыхлый	40...50	50...60	60...70
	Торф разложившийся	40...50	50...60	60...70
3	Пески среднезернистые	30...40	40...50	50...60
	Супесь средняя	40...50	50...60	60...70
	Суглинок легкий	50...60	60...80	70...90
	Лесс плотный	60...70	70...80	80...100
4	Пески крупнозернистые	30...50	40...60	50...70
	Супесь тяжелая	50...70	60...80	70...90
	Суглинок средний, тяжелый и глины песчаные	70...100	80...110	90...120
5	Песчано-гравийная смесь с содержанием гравия до 25 %	40...80	50...90	60...100
	Глины полужирные с содержанием глинистых фракций 40...50 %	80...120	100...140	120...160
6	Песчано-гравийная смесь с содержанием гравия до 40 %	50...90	60...100	70...110
	Глины полужирные с содержанием глинистых фракций до 50...60 %	100...140	120...160	140...180

Расчетные данные коэффициентов по отбойке и выгонке необходимо проверить по таблицам 3.9 и 3.10.



Таблица 3.9.

**Необходимый расход воды на отбойку**

Категория крепостипород	Коэффициент работы по отбойке, (м <sup>3</sup> · м) <sup>0,5</sup>	Удельные расходы воды на отбойку, (м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> )	
		Предельное значение	Наиболее распространенное
1	14...16	1,8...3,0	2...2,6
2	23...27	2,5...4,6	3,0...3,8
3	42...48	4,2...7,5	4,5...6
4	65...75	6...11	7...9
5	110...130	9...17	10...13
6	180...240	14...25	16...20

Таблица 3.10

**Необходимый расход воды на выгонку**

Крупнозернистый состав пород	Коэффициент работы по выгонке пород, (м <sup>3</sup> ·м) <sup>0,25</sup>	Удельные расходы воды на выгонку, (м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> )	
		Предельное значение	Наиболее распространенное
Мелкая и крупная галька отсутствует	1...1,2	0,3...0,6	0,4...0,5
Галька мелкая до 1 %	2,0...2,5	0,5...0,1	0,6...0,8
Галька мелкая до 5 %, крупная до 1 %	3,0...4,0	0,8...2,0	0,9...1,2
Галька мелкая до 10 %, крупная до 2 %	5...6,5	1,5...4,0	1,6...2,6
Галька мелкая до 15 %, крупная до 3 %	7...9	2,0...5,5	1,8...4,0
Галька мелкая до 20 %, крупная до 5 %	10...14	3...7,5	3,5...6
Галька мелкая до 25 %, крупная до 7 %	18...23	5...12	6...10
Галька мелкая до 30 %, булыжник до 10 %	28...35	7...17	8...12

Коэффициент высоты уступа зависит от способа размыва. Отличительными признаками способов размыва являются расположение гидромонитора

относительно разрабатываемого уступа и приемы, используемые для отделения пород от целика, определяющие порядок размыва пород в забое.

$$\xi_g = a \cdot H_y^{-b}. \quad (3.8)$$

где  $a, b$  – эмпирические коэффициенты;  $H_y$  – высота уступа, м.

Таблица 3.11

### Коэффициенты способа размыва

Способ размыва пород	Категория пород	Коэффициент способа размыва
Размыв с верхней площадки уступа	-	1,3
Размыв с нижней площадки уступа	-	1
Размыв с предварительным увлажнением пород	от 3 до 4 от 5 до 6	0,1...0,3 1
Размыв с механическим рыхлением	4, 5	0,3...0,402

При размыве с верхней площадки уступа  $a = 0,813$ ,  $b = 0,288$ , с нижней площадки уступа  $a = 1,467$ ,  $b = 0,141$ .

Для размыва с предварительным увлажнением коэффициент высоты уступа находится в пределах 0,6...0,8.

При размыве с механическим рыхлением, породы отделяют от целика бульдозером или экскаватором, образуя отвалы рыхлых пород. Напорной струей осуществляют только выгонку пород из отвала, вследствие чего удельный расход воды сокращается. Коэффициент высоты уступа для этих условий равен 0,8...0,9.

Для системы с попутно-отступающим забоем и размывом с поверхности  $c = 0,186$ ,  $e = 0,758$ ; уклон поверхности смыва принимаем равным  $i = 0,055$ .

В соответствии с табл.3.9 и табл. 3.10 значения удельного расхода воды на отбойку песчано-гравийной смеси и удельный расхода воды на выгонку гравия из смеси соответствуют рекомендуемым значениям.

При размыве с верхней площадки уступа,  $a = 0,813$ ,  $b = 0,288$ . При размыве с нижней площадки уступа,  $a = 1,467$ ,  $b = 0,141$ .

Для размыва с предварительным увлажнением коэффициент высоты уступа находится в пределах 0,6...0,8.

При размыве с механическим рыхлением, породы отделяют от целика бульдозером или экскаватором, образуя отвалы рыхлых пород. Напорной струей осуществляют только выгонку пород из отвала, вследствие чего удельный расход воды сокращается. Коэффициент высоты уступа для этих условий равен 0,8...0,9.

Главным отличительным признаком гидравлических систем разработки является порядок перемещения очистных выработок (забоев), который оказывает влияние на использование ударной силы струи и эффективность перемещения пород от забоя к основным транспортирующим устройствам. По этому признаку различают: системы с попутным, встречным, боковым, веерным и комбинированным забоем. Подчиненным отличительным признаком системы является направление перемещения забоя относительно восстания долины - продольная или поперечная, или относительно главного подъемного устройства - веерная или полувеерная.

Таким образом, различают следующие системы гидравлических разработок: с попутным забоем (попутно-продольная; попутно-поперечная; попутная с отступающим забоем); со встречным забоем (встречно-продольная; встречно-поперечная); с боковым забоем (боковая продольная; боковая поперечная); веерная (с полным веером; с полувеером); комбинированная

### ***Расчет гидравлических параметров гидромониторов***

Гидравлический расчет гидромониторов предусматривает расчет расхода воды у насадки гидромонитора, скорости вылета струи из насадки и ее диаметра, а также рабочего напора у насадки гидромонитора.

Секундный расход воды у насадки гидромонитора ( $\text{м}^3/\text{с}$ ):

а) при отбойке пород

$$Q^{\circ}_c = W_r \cdot a_1 / (3600 \cdot T) ; \quad (3.9)$$

б) при выгонке пород

$$Q^{\text{в}}_c = W_r \cdot a_2 / (3600 \cdot T) , \quad (3.10)$$

где  $W_{\Gamma}$  - суточная производительность предприятия по грунту,  $\text{м}^3$ ;  $T$  - чистое время работы гидромонитора в течение суток, ч.

Величина  $W_{\Gamma}$  определяется по данным таблицы 3.7 с учетом фактического времени использования гидроустановок во времени (табл. 3.12). Для гидроустановок, эксплуатируемых при разработке россыпных грунтовых залежей, коэффициент использования во времени рекомендуется принимать в пределах 0,7-0,85.

Чистое время работы гидромонитора в течение суток

$$T = n \cdot t_{\text{см}} \cdot k_{\text{и}}, \quad (3.11)$$

где  $n$  – число рабочих смен в сутках;  $t_{\text{см}}$  - продолжительность смены, ч;  
 $k_{\text{и}}$  - коэффициент использования гидромонитора во времени.

Таблица 3.12

### Коэффициент использования гидроустановки во времени

Вид работы	Коэффициент
Сброс пульпы в водоем или отвал без устройства обвалования	0,95
Укладка грунта в отвал с устройством обвалования или в подводную часть сооружения (штабелей) или намыв свободным откосом	0,9
Намыв широкопрофильных частей сооружений (штабелей) или площадей	0,85
Намыв узкопрофильных частей сооружений (штабелей)	0,75

В работе учитывать сброс пульпы в водоем или отвал без устройства обвалования.

Скорость вылета струи из насадки (м/с) рассчитываем по формуле

$$V_c = \varphi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}, \quad (3.12)$$

где  $\varphi$  - коэффициент скорости,  $g$  - ускорение свободного падения,  $\text{м}/\text{с}^2$ ,  $H$  - напор, м.

Коэффициент скорости находится в пределах 0,92...0,96 и зависит от плавности перехода и качества обработки внутренней поверхности насадки. В расчетах принимаем в первом приближении значение коэффициента скорости 0,94.

Расчетный диаметр насадки (м):

а) на отбойку породы

$$D_o = 0,55 \cdot \sqrt{\frac{Q_c^o}{\sqrt{H}}} ; \quad (3. 13)$$

б) на выгонку породы

$$D_b = 0,55 \cdot \sqrt{\frac{Q_c^b}{\sqrt{H}}} . \quad (3. 14)$$

При выборе марки гидромонитора (табл.3.9) необходимо руководствоваться следующими положениями:

- поскольку в решаемой задаче не требуется использование экономических критериев, выбор гидромонитора производится по величине его производительности по воде. При этом не нужно стремиться к обеспечению заданного расхода воды одним гидромонитором. Надо иметь в виду, что в табл. 2.9 указано ориентировочное значение максимально возможной производительности, которая очень существенно меняется в зависимости от диаметра насадки и рабочего напора воды;

- если расчетный диаметр насадки не соответствует стандартным диаметрам выбранного гидромонитора, выбирают два и более других марок по параметрам суммарного водопотребления и площади поперечного сечения насадок.

Используя стандартные диаметры насадок (табл. 2.9) выбранного гидромонитора, определяем действительный рабочий напор у насадки гидромонитора (м):

а) на отбойку пород

$$H_{\text{д}}^o = 0,55^4 \cdot Q_c^o{}^2 / D^4 ; (3.15)$$

б) на выгонку пород

$$H_{\text{д}}^b = 0,55^4 \cdot Q_c^b{}^2 / D^4 . (3. 16)$$

Действительная скорость вылета струи из насадки (м/с) определяется:

$$V_d = \varphi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_d^0}. (3.17)$$

Таблица 3.13

**Технические характеристики гидромониторов**

№ п/п	Характеристики	Марки гидромониторов					
		ГДУ-250	ГМН-250	ГМН-250С	ГМЦ-250	ГМДУЭГ-250	
1	Рабочее давление воды, МПа	1,0	1,5	1,5	1,6	1,6	
2	Диаметр входного отверстия, мм	250	250	250	250	250	
3	Расход воды, м <sup>3</sup> /ч	1600	-	до 1530	до 800	до 2340	
4	Угол поворота, град в гориз. плоскости вверх вниз	100	360	360	360	36	
		32	32	27	35	30	
		28	18	27	30	30	
5	Диаметры сменных насадок, мм	50, 65,75, 90,100	51,63,76,89	50,70,90, 100,150	51,63,76,89 , 100	75,90,100,110, 125	
6	Габаритные размеры, мм длина ширина высота	4165	2528	3200	3460	1448	
		1500	-	570	1860	1250	
		1120	-	1460	1400	1600	
7	Управление	дистанц.	ручное	ручное	ручное	дистанцион.	
8	Масса, кг	1013	182	196	445	1080	
Марки гидромониторов							
	ГМП-250	ГМД-250	ГМСД-3000	ГМД-300	ГМДУ-300	ГМН-350	ГМ-350(190)
1	2,0	2,5	1,6	3,0	3,0	2,0	2,0
2	250	250	300	300	300	350	350
3	до 2000	до 2750	до 2920	до 4000	до 3800	до 4500	4500
4	360	360	-	330	360	270	180
	27	30	-	40	27	26	26
	27	30	-	20	27	10	10
5	80,100,110,125	80,100,110,125	100,115, 125,140	125,140,150	100,115, 125,140	150,160, 165,175	125,150,165, 190
6	4048	4420	9000	-	5625	6870	-
	690	2190	2105	-	2465	2247	-
	1378	1640	2200	-	2680	2950	-
7	ручное	дистанц.	дистанц.	дистанц.	дистанц.	дистанц.	дистанц.
8	318	1035	7360	4000	3000	7000	9500

## Техническая характеристика грунтовых насосов

Наименование показателей	Марка грунтовых насосов			
	ЗГМ-1М	ЗГМ-2	ЗГМ-2М	ЗГМ-1-350А
Диаметр рабочего колеса, мм	630, 700	850	850	856, 856, 910
Частота вращения вала, с <sup>-1</sup>	12,1; 12,1	9,7	12,1	9,7; 12,1; 9,7
Давление насоса, МПа	0,285; 0,37	0,43	0,53	0,38; 0,61; 0,43
Расход по воде, м <sup>3</sup> /ч	1250, 1500	1400	1900	1800; 1900; 1900
Допустимая высота всасывания, м	6; 6	5	5,7	5,5; 4,5; 5,5
Максимальный к.п.д., %	63; 66	74	65	69; 69; 70
Число лопастей	3; 3	3	3	3; 3; 3
Меньшее проходное сечение, мм	200; 200	180	190	210; 210; 210
Коэффициент быстроходности	130; 110	100	100	100; 90; 90
Масса грунтового насоса, т	3,82	3,4	3,4	4,01
Диаметр патрубков, мм				
всасывающего	300	300	350	350
напорного	300	300	300	350
Мощность двигателя, кВт	250; 320	310	630	500; 630; 500

**Пример расчета параметров гидромониторного размыва  
разрабатываемого карьера**

Пример расчета выполнен в соответствии с исходными данными варианта 25 таблицы 3.7.

**Расчет расхода и напора воды для обеспечения работы гидромонитора**

Принимаем (табл.3.8) значение необходимого напора воды, равным 64 м.

*Удельный расход воды на отбойку песчано-гравийной смеси*

$$a_1 = P_1 / 64^{0,5} \cdot V_3 = 33,4 / 64^{0,5} \cdot 1,68 = 2,485 \text{ м}^3/\text{м}^3,$$

$$P_1 = 6 \cdot 10^{-4} \cdot 64^{2,6274} = 33,4(\text{м}^3 \cdot \text{м})^{0,5};$$

$$V_3 = 1,3 \cdot 1,292 = 1,68;$$

$$\xi_e = a \cdot H^e = 0,813 \cdot 5^{0,288} = 1,292.$$

*Удельный расход воды на выгонку гравия из смеси*

$$a_2 = 25,60 / 64^{0,25} \cdot 0,03 = 3,019 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

$$P_2 = (3,93 \cdot 25^2 - 5,37 \cdot 25 + 237,98) \cdot 10^{-2} = 25,60 \text{ (м}^3 \cdot \text{м)}^{0,25}$$

$$V_6 = \xi_c \cdot \xi_y \cdot \xi_{62} = 1 \cdot 0,03 \cdot 1 = 0,03;$$

$$\xi_y = 0,186 / (100 \cdot 0,055) + 0,758 = 0,03, \text{ ч};$$

$k_{и}$  - коэффициент использования гидромонитора во времени.

Таблица 3.15

### Коэффициент использования гидроустановки во времени

Вид работы	Коэффициент
Сброс пульпы в водоем или отвал без устройства обвалования	0,95
Укладка грунта в отвал с устройством обвалования или в подводную часть сооружения (штабелей) или намыв свободным откосом	0,9
Намыв широкопрофильных частей сооружений (штабелей) или площадей	0,85
Намыв узкопрофильных частей сооружений (штабелей)	0,75

В работе учитывать сброс пульпы в водоем или отвал без устройства обвалования.

Скорость вылета струи из насадки (м/с) рассчитываем по формуле

$$V_c = \varphi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} . \quad (3. 21)$$

где  $\varphi$  - коэффициент скорости,  $g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>,  $H$ -напор, м.

Коэффициент скорости находится в пределах 0,92...0,96 и зависит от плавности перехода и качества обработки внутренней поверхности насадки. В расчетах принимаем в первом приближении значение коэффициента скорости 0,94.

Расчетный диаметр насадки (м):

а) на отбойку породы

$$D_o = 0,55 \cdot \sqrt{\frac{Q_c^0}{\sqrt{H}}} ; \quad (3. 22)$$

б) на выгонку породы



$$D_B = 0,55 \cdot \sqrt{\frac{Q_c^B}{\sqrt{H}}}. \quad (3. 23)$$

При выборе марки гидромонитора (табл.3.9) необходимо руководствоваться следующими положениями:

- поскольку в решаемой задаче не требуется использование экономических критериев, выбор гидромонитора производится по величине его производительности по воде. При этом не нужно стремиться к обеспечению заданного расхода воды одним гидромонитором. Надо иметь в виду, что в табл. 3.7 указано ориентировочное значение максимально возможной производительности, которая очень существенно меняется в зависимости от диаметра насадки и рабочего напора воды;

- если расчетный диаметр насадки не соответствует стандартным диаметрам выбранного гидромонитора, выбирают два и более других марок по параметрам суммарного водопотребления и площади поперечного сечения насадок.

Используя стандартные диаметры насадок (табл. 3.9) выбранного гидромонитора, определяем действительный рабочий напор у насадки гидромонитора (м):

а) на отбойку пород

$$H_{\text{д}}^{\circ} = 0,55^4 \cdot Q_c^{\circ 2} / D^4; \quad (3. 24)$$

б) на выгонку пород

$$H_{\text{д}}^{\text{в}} = 0,55^4 \cdot Q_c^{\text{в} 2} / D^4. \quad (3. 25)$$

Действительная скорость вылета струи из насадки (м/с) определяется по формуле

$$V_{\text{д}} = \varphi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_{\text{д}}^{\circ}}. \quad (3. 26)$$

## **Пример расчета гидравлической части гидромонитора**

### *Секундный расход воды*

а) при отбойке грунта

$$Q^{\circ}_c = 1200 \cdot 2,485 / (3600 \cdot 15,2) = 0,0545 \text{ м}^3/\text{с}.$$

б) при выгонке грунта

$$Q^{\text{в}}_c = 1200 \cdot 3,019 / (3600 \cdot 15,2) = 0,0662 \text{ м}^3/\text{с}.$$

$$T = 2 \cdot 8 \cdot 0,95 = 15,2 \text{ ч}.$$

### *Скорость вылета струи из насадки*

$$V_c = 0,94 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 64} = 33,3 \text{ м/с}$$

*Расчетный диаметр насадки (м):*

а) на отбойку грунта

$$D_o = 0,55 \cdot \sqrt{0,0545 / \sqrt{64}} = 0,045 \text{ м или } 45 \text{ мм}.$$

б) на выгонку грунта

$$D_{\text{в}} = 0,55 \cdot \sqrt{0,0662 / \sqrt{64}} = 0,05 \text{ м или } 50 \text{ мм}.$$

Принимаем гидромонитор ГМЦ – 250, с номинальным расходом воды до 800 м<sup>3</sup>/час, с использованием стандартного диаметра насадки, равным 51 мм.

*Действительный рабочий напор у насадки гидромонитора*

а) на отбойку грунта

$$H^{\circ}_{\delta} = 0,55^4 \cdot 0,0545^2 / 0,051^4 = 133,03 \text{ м вод. столба или } 1,33 \text{ МПаб) на}$$

выгонку грунта

$$H^{\text{в}}_{\delta} = 0,55^4 \cdot 0,0662^2 / 0,051^4 = 192,15 \text{ м вод. столба или } 1,92 \text{ МПа} ;$$

*Действительная скорость вылета струи из насадки (м/с)*

$$V_d = \varphi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_d^0}$$

а) на отбойку грунта

$$V_d^0 = \varphi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_d^0} = 0,94 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 133,03} = 48,02 \text{ м/с} .$$

б) на выгонку грунта

$$V_d^0 = 0,94 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 192,15} = 57,72 \text{ м/с}$$

**Вывод.** Проверка работоспособности выбранной марки гидромонитора для заданных условий работы подтверждается проведенными расчетами.

#### 4. Контрольные вопросы

1. Какие факторы влияют на определение удельного расхода воды на отбойку пород гидромониторами?
2. Какие факторы влияют на определение необходимого напора воды для размыва пород гидромонитором?
3. Что такое отбойка и выгонка пород?
4. Что такое гранулометрический состав рыхлых отложений?
5. Как определяется пористость и коэффициент пористости пород?
6. Какая крупность глинистых фракций?
7. Способы размыва горных пород гидромонитором.
8. Способы разупрочнения пород при использовании средств гидромеханизации.
9. Что такое уклон? Единицы измерения уклона.
10. Системы гидравлических разработок.
11. Выбор системы гидравлических разработок.
12. Элементы гидромонитора.
13. Параметры гидромонитора.

14. Какие факторы влияют на дальность полета струи гидромонитора?
15. Какое должно быть минимальное расстояние от гидромонитора до забоя?
16. Что такое шаг передвижки гидромонитора?
17. Дать определение производительности гидромониторной установки.
18. Способы увеличения производительности гидромонитора.
19. Что такое недомыв? В каких случаях он применяется?
20. Как определяется часовая производительность гидромонитора?
21. Что должен отображать паспорт забоя гидромониторной установки?
22. Основные правила безопасности при работе гидромонитора.
23. Расчет напорного гидротранспорта
24. Принцип работы гидроэлеваторной установки.
25. Устройство гидроэлеваторной установки.
26. Область применения гидроэлеваторных установок.
27. Максимальные значения высоты подъема пульпы, дальности транспортирования пульпы и к.п.д. при применении гидроэлеваторных установок.
28. Достоинства и недостатки гидроэлеваторных установок.
29. Какие факторы влияют на напор, развиваемый гидроэлеватором.
30. Параметры трубопровода.
31. Для чего необходим диффузор?
32. От чего зависит напор в насадке гидроэлеваторной установки?
33. Требования к крупности твердой фракции, подаваемой во всасывающий трубопровод.
34. Способы обеспечения заданной крупности твердой фракции, подаваемой во всасывающий трубопровод.
35. Какие факторы влияют на к.п.д. гидроэлеваторной установки?
36. По каким основным параметрам выбирают тип грунтового насоса?
37. Что обозначают буквы и цифры в марке грунтового насоса?

38. Что такое местные потери?
39. Пути снижения гидравлических сопротивлений по длине пульпопровода?
40. Как определить длину пульпопровода?
41. Что такое путевые потери (потери напора по длине пульпопровода) ?
42. Какие существуют схемы соединения грунтовых насосов?
43. Как определяется необходимый напор при выборе грунтовых насосов?
44. Как определяется удельная плотность гидросмеси?
45. Как определяется необходимый диаметр трубопровода?
46. Порядок определения местных гидравлических сопротивлений.
47. Как расшифровывается буквенная маркировка земснарядов?
48. Какие дополнительные механизмы земснаряда используют для разработки грунта?
49. Какие параметры влияют на скорость перемещения земснаряда по разрабатываемой прорези?
50. Как зависит производительность земснаряда от вида разрабатываемого грунта?

## **5. Тестовые задания по теме**

### **«Машины и средства гидромеханизации в водохозяйственном строительстве»**

При составлении ответов на вопросы тестирования по гидромеханизированной разработке грунтов помимо учебной и справочной литературы следует изучить и широко использовать существующие нормативные документы (Государственные и Отраслевые стандарты, Строительные нормы и правила, Проекты производства работ и т.д.).

Так при подготовке ответа на вопрос о допустимых значениях радиусов поворота напорных трубопроводов, способов удаления вскрышных грунтов

средствами гидромеханизации, назначения наименьшей глубины разработки ниже уровня воды при работе плавучих землесосных снарядов, соблюдении периодичности проверки геометрии создаваемого сооружения проектной документации, допустимым объемам забора воды для водоснабжения установок гидромеханизации следует применять нормативы, изложенные в соответствующих пунктах разделов и таблиц СНиП 3. 02. 01 – 87 « Земляные сооружения, основания и фундаменты», при этом внимательно согласовывая исходные данные вопросов с конкретными данными разделов и таблиц, соблюдая допустимые диапазоны технологических параметров принимаемого средства.

Отвечая на вопросы теста, в которых требуется дать ответ по режимам работы средств гидромеханизации для принятой технологии при определенных параметрах забоя и условиях проведения работ, необходимо использовать рекомендации организаций, осуществляющих производственные или контролирующие функции.

Например, при ответе на вопрос о допустимом расстоянии между гидромонитором и стенкой забоя должны учитываться не только тип размываемого грунта и максимальная высота забоя, но и способ управления средством гидромеханизации, а при составлении значений необходимых напоров воды для размыва грунта гидромониторами, если не задан тип размываемого грунта, следует назначать не конкретные значения напора, а указывать диапазон напоров, необходимых для размыва любых минеральных грунтов.

При составлении ответов на контрольные вопросы тестирования, соответствующие данным выноса проекта в натурные условия, соблюдения сохранности природных и промышленных объектов при разработке карьеров или строительства протяженных дамб и обвалований следует использовать рекомендации, относящиеся к технологиям производства работ для указанных средств гидромеханизации и с учетом конкретных условий месторасположения объекта.

## 1. ГИДРОМЕХАНИЗАЦИЯ ЭТО:

а) гидромеханизация – это средство для тушения пожаров;

б) гидромеханизация – это средство для тушения пожаров и мытья дорог;

в) гидромеханизация – способ производства земляных работ, при котором для разработки, транспортирования и укладки грунта используется энергия потока или струи воды;

г) гидромеханизация – способ производства земляных дноуглубительных работ.

## 2. ГИДРОМЕХАНИЗАЦИЕЙ НАЗЫВАЕТСЯ:

а) смесь грунта с водой;

б) способ производства земляных работ:

в) комплекс машин и оборудования для производства земляных работ;

г) единый технологический комплекс процессов и технических приёмов, связанных с разрушением грунтов и горных пород, их транспортированием и укладкой в тела сооружений или в отвалы гидравлическими методами.

## 3. СПОСОБАМИ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ ВЫПОЛНЯЮТСЯ СЛЕДУЮЩИЕ ВИДЫ РАБОТ:

а) разработка котлованов;

б) разработка котлованов, выемок, каналов, намыв плотин, дамб и насыпей, углубление дна рек, планировка территорий очистка от наносов каналов и прудов, вскрышные работы, гидравлическая добыча песка и гравия и др.;

в) разработка котлованов и выемок;

г) намыв плотин, дамб и насыпей.

## 4. КОМПЛЕКС ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ СОСТОИТ ИЗ СЛЕДУЮЩИХ ОСНОВНЫХ ПРОЦЕССОВ (ОПЕРАЦИЙ):

а) разработки грунта;

б) транспортирования разработанного грунта к месту укладки;

в) укладки грунта в гидроотвал или конкретное сооружение (намыв);

г) разработки грунта, транспортирования разработанного грунта к месту укладки и укладка грунта в гидроотвал или конкретное сооружение (намыв);

## 5. РАЗРАБОТКА ГРУНТА В ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ – ЭТО:

- а) все способы разрушения грунтов и горных пород с применением воды;
- б) разработка грунта, при которой он разрушается механическими средствами и транспортируется водой;
- в) разработка грунта и транспорт его водой;
- г) разработка грунта мощной струёй воды.

## 6. ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ТРАНСПОРТОМ СЧИТАЮТСЯ:

- а) транспортирование грунта (и любых других материалов) в смеси с водой по напорным трубопроводам;
- б) все случаи транспортирования грунта (и любых других материалов) в смеси с водой напорным (трубопроводам), или безнапорным (лоткам, каналам).
- в) транспортирование грунта с водой по лоткам;
- г) транспортирование грунта с водой по лоткам и каналам.

## 7. НАМЫВОМ В ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ НАЗЫВАЮТ:

- а) отсыпка грунта в сооружение и заливка его водой;
- б) способы разрушения грунта и отсыпка его в котлован с водой;
- в) возведение земляных сооружений (плотин, дамб, насыпей, полунасыпей, перемычек и др.) гидравлическим способом;
- г) возведение земляных сооружений при помощи грунтовых насосов.

## 8. ПРОЦЕССЫ ПРИ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ ВЫПОЛНЯЮТСЯ С ПОМОЩЬЮ:

- а) механических фрез и гидромониторов;
- б) гидромониторов по лоткам;
- в) грунтовых насосов по трубам;
- г) с помощью энергии потока или струи воды.

## 9. ПУЛЬПА (ГИДРОСМЕСЬ – ЭТО :

- а) смесь ила;
- б) смесь песка;
- в) смесь глины



г) смесь любого грунта при перемешивании его с водой.

10. КОНСИСТЕНЦИЯ ПУЛЬПЫ ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ:

- а) твёрдостью грунтовых частиц входящих в пульпу;
- б) количеством воды, находящейся в пульпе;
- в) количеством грунта, находящегося в пульпе;
- г) степенью насыщения воды частицами грунта и плотностью.

11. ВИДЫ КОНСИСТЕНЦИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ:

- а) весовая и грузовая;
- б) грузовая и скоростная;
- в) скоростная и объёмная;
- г) объёмная и весовая.

12. ВЕСОВАЯ КОНСИСТЕНЦИЯ ПРЕДСТАВЛЕНА СЛЕДУЮЩИМИ СООТНОШЕНИЯМИ:

- а) массы твёрдого вещества к массе воды, входящей в состав гидросмеси;
- б) массы твёрдого вещества, входящего в состав гидросмеси, к массе всего рассматриваемого объёма
- в) массы твёрдого вещества к массе воды, входящей в состав гидросмеси и массы твёрдого вещества, входящего в состав гидросмеси, к массе всего рассматриваемого объёма;
- г) массы жидкого вещества к массе грунта, входящего в состав гидросмеси;

13. ОБЪЁМНАЯ КОНСИСТЕНЦИЯ – ПОНЯТИЕ:

- а) арифметическое;
- б) аналитическое;
- в) геометрическое;
- г) статистическое

14. ОБЪЁМНАЯ КОНСИСТЕНЦИЯ ПРЕДСТАВЛЕНА СЛЕДУЮЩИМИ СООТНОШЕНИЯМИ:

а) объёма плотного грунта к объёму воды, с которой смешан этот грунт;  
б) объёма плотного грунта в его естественном виде к объёму воды, с которой смешан этот грунт, и которая содержится в его порах;

в) объёма грунта в его естественном виде к объёму смеси и объёма плотного грунта к объёму смеси;

г) объёма плотного грунта к объёму воды, с которой смешан этот грунт, объёма плотного грунта в его естественном виде к объёму воды, с которой смешан этот грунт, и которая содержится в его порах, массы твёрдого вещества к массе воды, входящей в состав гидросмеси и массы твёрдого вещества, входящего в состав гидросмеси, к массе всего рассматриваемого объёма.

15. КОЭФФИЦИЕНТ ОБЪЁМНОЙ КОНСИСТЕНЦИИ РАВЕН:

а)  $k_{\Pi} = m_{\Gamma} (V_{\Gamma}) / [m_{\text{В}} (V_{\text{В}})];$

б)  $k_{\Pi}^2 = m_{\Gamma} (V_{\Gamma}) / [m_{\text{В}} (V_{\text{В}})];$

в)  $k_{\Pi}^3 = m_{\Gamma} (V_{\Gamma}) / [m_{\text{В}} (V_{\text{В}})];$

г)  $k_{\Pi}^4 = m_{\Gamma} (V_{\Gamma}) / [m_{\text{В}} (V_{\text{В}})];$

16. ПЛОТНОСТЬ ПУЛЬПЫ  $\gamma_{\Pi}$  (КГ/М<sup>3</sup>) РАВНА:

а)  $\gamma_{\Pi} = (\gamma_{\text{С.Г}} + n\gamma_{\text{В}}) / (1 + n)$

б)  $[\gamma_{\Pi} = (\gamma_{\text{С.Г}} + n\gamma_{\text{В}}) / (1 + n)]^2$

в)  $[\gamma_{\Pi} = (\gamma_{\text{С.Г}} + n\gamma_{\text{В}}) / (1 + n)]^3$

г)  $\gamma_{\Pi}^2 = (\gamma_{\text{С.Г}} + n\gamma_{\text{В}}) / (1 + n)$

17. УДЕЛЬНЫМ РАСХОДОМ ВОДЫ НАЗЫВАЮТ:

а) количество воды, потребное для разработки 1 м<sup>3</sup> грунта;

б) количество воды, потребное для транспортирования 1 м<sup>3</sup> грунта;

в) количество воды, потребное для разработки, транспортирования и укладки в сооружение 1 м<sup>3</sup> грунта;

г) количество воды, потребное для разработки или транспортирования 1 м<sup>3</sup> грунта;

18. УДЕЛЬНЫЙ РАСХОД ЗАВИСИТ:

- а) от состояния грунта;
- б) от состояния грунта и скорости размыва;
- в) от скорости размыва;
- г) от вида грунта;

19. ГРУНТ УКЛАДЫВАЕТСЯ НА КАРТЫ НАМЫВА (ПЛОЩАДКУ НАМЫВАЕМОГО СООРУЖЕНИЯ) ИЛИ В ОТВАЛ ВСЛЕДСТВИЕ:

- а) осаждения частиц грунта;
- б) вследствие осаждения частиц грунта при медленном растекании пульпы;
- в) вследствие быстрого осаждения частиц грунта;
- г) вследствие быстрого осаждения частиц грунта при быстром растекании пульпы;

20. УКЛАДКА ГРУНТА В СООРУЖЕНИЕ ЗАВИСИТ:

- а) от скорости движения потока или струи воды (от величины энергии потока);
- б) от консистенции пульпы;
- в) от вида грунта;
- г) от вида сооружения.

21. РАЗМЫВ ГРУНТА И ОБРАЗОВАНИЕ ГИДРОСМЕСИ ПРОИСХОДИТ:

- а) при скоростях (менее 6 м/с);
- б) при больших скоростях (более 6 м/с);
- в) при скоростях (менее 3 м/с);
- г) при больших скоростях (более 10 м/с);

22. ПУЛЬПА РАСТЕКАЕТСЯ НА КАРТЕ НАМЫВА:

- а) со скоростью 0,5...0,1 м/с;
- б) со скоростью 0,1...0,01 м/с;
- в) со скоростью 0,5...0,3 м/с;
- г) со скоростью 0,3...0,7 м/с;

23. Для предотвращения вытекания пульпы за пределы карты по её контуру устраивают:

- а) канавы (зумпфы);
- б) земляные дамбы расчетной высоты, называемые дамбами обвалования.
- в) металлические быстро съёмно-разъёмные экраны;
- г) стену в грунте из шпунта.

24. В ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ ПРИМЕНЯЮТСЯ СЛЕДУЮЩИЕ СПОСОБЫ РАЗРАБОТКИ ГРУНТА:

- а) гидроэлеваторный;
- б) гидромониторный;
- в) землесосный и гидроэлеваторный;
- г) землесосный и гидромониторный.

25. РАЗЛИЧАЮТ СЛЕДУЮЩИЕ СХЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ:

- а) землесосные схемы с напорным гидротранспортом грунта;
- б) гидромониторные схемы с расположением гидромониторов выше намываемого сооружения (с подачей пульпы к нему самотёком по лоткам);
- в) гидромониторные схемы с расположением гидромониторов ниже намываемого сооружения (с подачей пульпы грунтовым насосом по напорному пульпопроводу);
- г) гидромониторные схемы с расположением гидромониторов выше намываемого сооружения (с подачей пульпы к нему самотёком по лоткам) и гидромониторные схемы с расположением гидромониторов ниже намываемого сооружения (с подачей пульпы грунтовым насосом по напорному пульпопроводу);

26. КОМБИНИРОВАННЫЕ СХЕМЫ, РАЗРАБОТКИ ГРУНТА В ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ ПРИМЕНЯЮТ:

- а) при возведении плотин из грунтов, разрабатываемых землеройными машинами в одном или нескольких карьерах, и сухопутно доставленных до бункера, где его перемешивают с водой, и в виде пульпы доставляют грунтовым

насосом по напорному пульпопроводу к месту укладки;

б) при возведении сооружений (плотин) из грунтов различного состава, разрабатываемых в разных карьерах: в одном карьере, разрабатываемых землеройными машинами с сухопутным транспортированием грунта и укладкой его в одну часть плотины; в другом карьере, разрабатываемых плавучими землесосными снарядами с напорным гидротранспортом грунта в другие части плотины (сооружения).

в) при возведении сооружений (плотин) из грунтов разработанных различными землеройными машинами;

г) при возведении плотин из грунтов, разрабатываемых землеройными машинами в одном или нескольких карьерах, и сухопутно доставленных до бункера, где его перемешивают с водой, и в виде пульпы доставляют грунтовым насосом по напорному пульпопроводу к месту укладки и при возведении сооружений (плотин) из грунтов различного состава, разрабатываемых в разных карьерах: в одном карьере, разрабатываемых землеройными машинами с сухопутным транспортированием грунта и укладкой его в одну часть плотины; в другом карьере, разрабатываемых плавучими землесосными снарядами с напорным гидротранспортом грунта в другие части плотины (сооружения).

**27. ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГИДРОМЕХАНИЗИРОВАННЫХ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ НЕОБХОДИМО УЧИТЫВАТЬ СЛЕДУЮЩИЕ ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ:**

а) влажность, плотность, ползучесть, липкость;

б) гранулометрический состав, коэффициент внешнего трения, угол свободного откоса;

в) гранулометрический состав, плотность, коэффициент сцепления, угол внутреннего трения, угол откоса;

г) не принимать во внимание физико-механические свойства грунтов, а пользоваться рекомендациями по применению средств гидромеханизации.

28. ПРИ РАЗРАБОТКЕ КАРЬЕРОВ СРЕДСТВАМИ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ ВСКРЫШНЫЕ ГРУНТЫ ПОДЛЕЖАТ:

- а) обязательному удалению с утилизацией их на специальных картах;
- б) при соответствующем обосновании допускается предварительно не удалять вскрышные грунты, а разрабатывать гидромониторами или землесосными снарядами, отмывая их в процессе разработки;
- в) текущей разработке, с соблюдением рекомендованной в проекте технологии производства работ;
- г) предварительному удалению при значительной мощности плодородного слоя.

29. ПРИ ГИДРОМОНИТОРНОМ СПОСОБЕ РАЗРАБОТКИ ДИАПАЗОН НЕОБХОДИМЫХ НАПОРОВ ВОДЫ ДЛЯ РАЗМЫВА ГРУНТА СОСТАВЛЯЕТ (ЗАВИСИТ):

- а) необходимый напор зависит от характеристик применяемого центробежного насоса;
- б) необходимый напор зависит от типа размываемого грунта и марки применяемого гидромонитора;
- в) в зависимости от условий производства работ;
- г) необходимый напор составляет 25 – 80 м.

30. ТРЕБОВАНИЯМ ПРАВИЛ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕД НАЧАЛОМ РАБОТЫ ГИДРОМОНИТОРА ДОЛЖНЫ СООТВЕТСТВОВАТЬ УСЛОВИЯ:

- а) из сферы действия струи гидромонитора должны быть удалены все люди;
- б) с места работы гидромонитора должны быть удалены лица, не имеющие отношения к его работе;
- в) территория участка на расстоянии не менее дальности действия струи гидромонитора должна обязательно ограждаться знаками, предупреждающими об опасности пребывания людей на этой территории;
- г) во время пуска выходное отверстие гидромонитора должно быть всегда направлено в безопасное для окружающих место.

### 31. РАДИУСЫ ПОВОРОТА ПРИ ПРОКЛАДКЕ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ДОЛЖНЫ БЫТЬ:

- а) радиусы поворота должны быть не менее 3–6 диаметров трубы;
- б) радиусы поворота напорных трубопроводов зависят от возможных размеров отводимой полосы отчуждения;
- в) радиусы поворота напорных трубопроводов зависят от рельефа местности полосы отчуждения;
- г) радиусы поворота не зависят от параметров трубы и условий прокладки линии.

### 32. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕК С МАЛЫМ РАСХОДОМ ИЛИ НЕБОЛЬШИХ ВОДОЕМОВ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ УСТАНОВОК ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ РАЗРЕШАЕТСЯ ПРИ НАЛИЧИИ:

- а) при фактическом заборе, не превышающем расход или объем водоисточника на время проведения работ;
- б) использование разрешается при наличии водохозяйственного расчета, учитывающего санитарный минимум, естественные потери и хозяйственные потребности в воде района, находящегося ниже водозабора;
- в) специально обустроенных мест забора воды с применением приямков или углублений на дне;
- г) временных водозадерживающих гидротехнических сооружений.

### 33. ПЛАВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ НА ЛОДКАХ И ПОНТОНАХ ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ ЗЕМСНАРЯДА РАЗРЕШАЕТСЯ ПРИ УСЛОВИЯХ:

- а) независимо от технологии производства работ и погодных условий;
- б) плавание и производство работ на лодках и понтонах разрешается, при возможности отвода земснаряда в безопасное место в случае шторма;
- в) необходимости выполнения вспомогательных операций технологического цикла;
- г) плавание и производство работ на вспомогательных плавсредствах, не допускается.

### 34. КАЖДЫЙ ЗЕМСНАРЯД ДОЛЖЕН БЫТЬ СНАБЖЕН:

- а) каждый земснаряд должен быть снабжен паспортом, заводской табличкой или надписью с указанием типа и руководством по эксплуатации;
- б) аптечкой, индивидуальными и коллективными средствами защиты машиниста и операторов;
- в) спасательными кругами, плавучими средствами;
- г) каждый земснаряд должен быть снабжен не менее чем двумя лодками: рабочей и спасательной.

### 35. ДВА И БОЛЕЕ ГИДРОМОНИТОРА ПРИ ОДНОВРЕМЕННОЙ РАБОТЕ В ЗАБОЕ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ОБОРУДОВАНЫ:

- а) Гидромониторы должны быть оборудованы ограничителями горизонтального и вертикального поворота ствола, исключающими вылет струи на соседний гидромонитор;
- б) границы забоев гидромониторов ограничиваются установкой специальных столбов или временных вешек;
- в) гидромониторы должны быть оборудованы звуковой или световой сигнализацией для обеспечения взаимодействия при работе;
- г) гидромониторы должны быть оборудованы устройствами регулирования напора подаваемой воды.

### 36. ДЛЯ ВЫСОТЫ ЗАБОЯ, НЕ ПРЕВЫШАЮЩЕЙ 30 М, ПРИ РАЗМЫВЕ СТРУЕЙ ГИДРОМОНИТОРА РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ ГИДРОМОНИТОРОМ И СТЕНКОЙ ЗАБОЯ ДОЛЖНО БЫТЬ:

- а) назначено в зависимости от напора воды перед насадком;
- б) для сыпучих грунтов расстояние должно быть не менее 0,8 высоты забоя, для глинистых плотных грунтов – не менее 1,2 высоты забоя;
- в) принято в зависимости от типа и протяженности пульпоотводящего сооружения;
- г) назначено в зависимости от геометрии и размеров забоя.



37. ОТ ПОВРЕЖДЕНИЯ ВОДОЙ НАХОДЯЩИЕСЯ В НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ БЛИЗОСТИ ОТ КАРТ НАМЫВА КОММУНИКАЦИИ И СООРУЖЕНИЯ ДОЛЖНЫ ЗАЩИЩАТЬСЯ СЛЕДУЮЩИМ ОБРАЗОМ:

- а) территории расположения коммуникаций и сооружений должны обозначаться специальными опознавательными знаками или ограждениями;
- б) коммуникации и сооружения должны защищаться дамбами обвалования или водоотводными канавами;
- в) мероприятия по защите коммуникаций и сооружений от повреждения водой должны соответствовать проектной документации;
- г) дополнительные защитные сооружения должны быть предусмотрены при строительстве основных инженерных коммуникаций.

38. РАЗРАБАТЫВАЕМАЯ ЧАСТЬ КАРЬЕРА, А ТАКЖЕ НАМЫВАЕМЫЕ СООРУЖЕНИЯ, ОТСТОЙНИКИ И КАНАВЫ, РАЗМЕЩЕННЫЕ В НАСЕЛЕННОЙ МЕСТНОСТИ, ДОЛЖНЫ БЫТЬ ОГРАЖДЕНЫ:

- а) временными переносными щитовыми заборами или столбиками с ограждающей светоотражательной лентой;
- б) территории расположения сооружений должны обозначаться специальными опознавательными знаками или ограждениями;
- в) элементы и конструкции ограждений должны быть предусмотрены нормативной документацией;
- г) разрабатываемая часть карьера и другие сооружения, размещенные в населенной местности, должны быть ограждены защитными ограждениями или обозначены соответствующими предупредительными знаками безопасности и надписями, освещенными в темное время суток.

39. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕК С МАЛЫМ РАСХОДОМ ИЛИ НЕБОЛЬШИХ ВОДОЕМОВ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ УСТАНОВОК ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ РАЗРЕШАЕТСЯ ПРИ НАЛИЧИИ:

- а) при фактическом заборе, не превышающем расход или объем водоисточника на время проведения работ;

- б) использование разрешается при наличии водохозяйственного расчета, учитывающего санитарный минимум, естественные потери и хозяйственные потребности в воде района, находящегося ниже водозабора;
- в) специально обустроенных мест забора воды с применением приямков или углублений на дне;
- г) временных водозадерживающих гидротехнических сооружений.

#### 40. РАЗРАБОТКА ГИДРОМОНИТОРАМИ ПО СХЕМЕ ВСТРЕЧНЫХ ЗАБОЕВ (НАВСТРЕЧУ ДРУГ ДРУГУ) РАЗРЕШАЕТСЯ ПРИ УСЛОВИЯХ:

- а) разработка грунта гидромониторами не зависит от типа разрабатываемого грунта;
- б) разработка грунта гидромониторами не зависит от конфигурации и геометрических размеров забоя;
- в) разработка грунта гидромониторами по схеме встречных забоев не разрешается;
- г) разработка грунта разрешается при ширине перемычки между гидромониторами, равной не менее высоты забоя.

#### 41. ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ ВЗРЫВООПАСНОГО ПРЕДМЕТА МАШИНИСТ ЗЕМСНАРЯДА ДОЛЖЕН:

- а) машинист должен немедленно прекратить все работы, эвакуировать людей, сообщить о случившемся руководству и при возможности отвести земснаряд в безопасное место;
- б) обозначить месторасположение взрывоопасного предмета и продолжать работу в забое;
- в) переместить земснаряд на другое место и продолжить работу;
- г) прекратить работу и переместить земснаряд на другое место.

#### 42. КАЖДЫЙ ГИДРОМОНИТОР ДОЛЖЕН БЫТЬ СНАБЖЕН:

- а) руководством по эксплуатации с указанием режимов работы в зависимости от условий и применяемой технологии;
- б) набором инструментов и приспособлений для проведения ремонтных или аварийных работ;

в) каждый гидромонитор должен быть снабжен манометром на стволе, паспортом, заводской табличкой или надписью с указанием типа и допускаемого рабочего давления;

г) Каждый гидромонитор должен быть снабжен аптечкой и индивидуальными средствами защиты.

43. ТОЛЩИНА ЗАЩИТНОГО СЛОЯ ГРУНТА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ВЫЕМКИ ПЛАВУЧИМИ ЗЕМСНАРЯДАМИ ПРИ ИСПОДЬЗОВАНИИ МЕТОДА ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ ДОЛЖНА БЫТЬ:

а) одинаковой, независимо от типа разрабатываемого грунта;

б) назначается в зависимости от марки и производительности земснаряда;

в) для песчаных грунтов толщина должна быть не менее 0,5 м, для глинистых грунтов – 0,3 м;

г) назначается в зависимости от принятой технологии производства работ.

44. НАИМЕНЬШАЯ ГЛУБИНА РАЗРАБОТКИ, НАХОДЯЩЕЙСЯ НИЖЕ УРОВНЯ ВОДЫ, ПРИ РАЗРАБОТКЕ ВЫЕМОК И КАРЬЕРОВ ПЛАВУЧИМИ ЗЕМЛЕСОСНЫМИ СНАРЯДАМИ ЗАВИСИТ ОТ:

а) глубина разработки зависит от производительности землесосного снаряда, но не может быть ниже 1,5 м;

б) произвольной, но ограниченной величиной осадки земснаряда;

в) глубина разработки зависит от применяемой технологии производства работ;

г) толщины слоя разрабатываемого грунта.

45. РАЗМЫВ ГРУНТА ГИДРОМОНИТОРАМИ МОЖЕТ ПРОИЗВОДИТЬСЯ ПО СХЕМЕ:

а) снизу вверх или сверху вниз;

б) произвольно, в зависимости от размеров забоя;

в) только снизу вверх;

г) только сверху вниз.

46. НАИМЕНЬШАЯ ГЛУБИНА РАЗРАБОТКИ НИЖЕ УРОВНЯ ВОДЫ ПРИ РАБОТЕ ПЛАВУЧИХ ЗЕМЛЕСОСНЫХ СНАРЯДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ ДОЛЖНА БЫТЬ:

- а) наименьшая глубина зависит от толщины слоя грунта, подлежащего разра-ботке;
- б) наименьшая глубина зависит от марки и производительности землесосного снаряда, но она должна быть не менее 1 м;
- в) наименьшая глубина может быть произвольной;
- г) наименьшая глубина должна быть более 2 метров.

47. ВЫСОТНЫЕ ОТМЕТКИ ЭЛЕМЕНТОВ ВЫЕМКИ И КОНФИГУРАЦИЯ ПОПЕРЕЧНОГО ПРОФИЛЯ В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ ЗЕМЛЕСОСНЫМИ СНАРЯДАМИ ПРОФИЛЬНЫХ ВЫЕМОК НА ПРЕДМЕТ СООТВЕТСТВИЯ ИХ ПРОЕКТНЫМ ДАННЫМ ОСУЩЕСТВЛЯЮТСЯ:

- а) пикеты измерений назначаются произвольно;
- б) выполнение измерений производится по пикетам, привязываемым к рельефу местности;
- в) на прямолинейных участках измерения осуществляются через каждые 50 м, на криволинейных – через 25 м;
- г) периодичность выполнения измерений должна регламентироваться проектной документацией.

48.ЗЕМЛЕСОСНЫЙ СПОСОБ – ЭТО:

- а) при котором грунт в открытом забое разрабатывается мощной узконаправленной струей воды, выбрасываемой под большим давлением из насадки специальной гидравлической установки — гидромонитора;
- б) при котором разработка грунта в котловане производится при помощи водоструйных насосов;
- в) при котором открытая разработка грунта выполняется землесосами;
- г) при котором разработка грунта на дне реки или водоема производится землесосными снарядами.

49. РАСХОЛ ВОДЫ И СКОРОСТЬ СТРУИ РЕГУЛИРУЮТ С ПОМОЩЬЮ :

- а) сменных насадок;
- б) землесосного снаряда;
- в) центробежного насоса;
- г) грунтового насоса.

50. РАЗРАБОТКА ГРУНТА ЗЕМЛЕСОСНЫМИ СНАРЯДАМИ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ:

- а) засыпанием;
- б) засасыванием;
- в) уплотнением;
- г) прикатыванием.

51. РАЗЛИЧАЮТ ДВЕ СХЕМЫ РАЗМЫВА ГРУНТА

- а) встречным забоем;
- б) попутным забоем;
- в) по радиальной схеме;
- г) встречным и попутным.

52. НАМЫВ НАСЫПЕЙ ПРОИЗВОДИТСЯ:

- а) при устройстве плотин;
- б) при устройстве дамб;
- в) при устройстве плотин и дамб;
- г) при устройстве дорожного полотна.

53. НАСЫПИ ИЗ ПУЛЫПЫ НАМЫВАЮТ СЛОЯМИ ТОЛЩИНОЙ:

- а) 20-25 см;
- б) 30-45 см;
- в) любой толщины;
- г) 10-15 см.

54. ЭСТАКАДНЫЙ СПОСОБ НАМЫВА ЯВЛЯЕТСЯ НАИБОЛЕЕ:

- а) распространённым;
- б) дорогим;
- в) неиспользованным.

55. БЕЗЭСТАКАДНЫЙ СПОСОБ ЯВЛЯЕТСЯ ОСНОВНЫМ ПРИ:

- а) возведении намывных сооружений;
- б) возведении жилых зданий;
- в) возведении промышленных зданий;
- г) возведении временных перемычек.

56. ТОЛЩИНА НАМЫВАЕМОГО СЛОЯ ГРУНТА СОСТАВЛЯЕТ ПРИ НИЗКООПОРНОМ СПОСОБЕ:

- а) 0,3-1 м;
- б) 1-1,2 м;
- в) 1,2-3 м;
- г) может приниматься произвольной.

57. НАПОРОМ НАСОСА НАЗЫВАЕТСЯ:

- а) разность удельных энергий при выходе из насоса и на входе в него;
- б) энергия, полученная от насоса перемещаемой жидкостью в единицу времени;
- в) высота, на которую насос поднимает жидкость;
- г) увеличение давления при прохождении жидкости через насос.

58. ЭЛЕМЕНТАРНЫМ РАСХОДОМ НАЗЫВАЕТСЯ:

- а) массовое или объёмное количество жидкости, протекающей через живое сечение струйки в единицу времени;
- б) кривая проведенная через ряд точек в движущейся жидкости т.о., что в каждой из этих точек в данный момент времени векторы скорости являются касательными к кривой;
- в) поперечное сечение струйки перпендикулярное линий тока;
- г) совокупность элементарных струек, протекающих через площадку конечных размеров.

59. ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОМ ВКЛЮЧЕНИИ НАСОСОВ  
УВЕЛИЧИВАЕТСЯ:

- а) подача;
- б) давление;
- в) напор;
- г) температура.

60. НАПОР ПОТОКА В ПОПЕРЕЧНОМ СЕЧЕНИИ ТРУБОПРОВОДА –  
ЭТО:

- а) удельная механическая энергия жидкости в рассматриваемом сечении;
- б) кинетическая энергия жидкости в рассматриваемом сечении;
- в) энергия жидкости в рассматриваемом сечении;
- г) разность энергии жидкости в начальном и рассматриваемом сечениях.

## 6. Библиографический список

### Основная литература

1. Ревин Ю.Г. Технологические машины и оборудование природообустройства (Основы теории и общий расчёт мелиоративных машин): учебник / Ю.Г. Ревин, Ю.П. Леонтьев, К.В. Губер, В.И. Поддубный, Н.А. Палкин, В.В. Андросов; Под общ. ред. Ю.Г. Ревина. – М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2016 г. – 230 с.
2. Суриков В.В. Строительные машины для механизации мелиоративных работ: учебник/ В.В. Суриков, Б.А. Васильев, В.Б. Гантман, И.И. Мер, А.Н. Павлинов, В.И. Поддубный; Под общ. ред. В.В. Сурикова. М.: Агропромиздат, 1991.– 463 с.

### Дополнительная литература

3. Бакшеев В. Н. Гидромеханизация в строительстве: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 208 с.
4. Бессонов Е.А. Технология и механизация гидромеханизированных работ: Справочное пособие. – М.: Центр 1999. – 544 с.
5. Меламут Д.Л. Гидромеханизация в мелиоративном и водохозяйственном строительстве: Учебное пособие для вузов: / Д.Л. Меламут – М.: Стройиздат, 1981. – 303 с.
6. Огородников С.П. Гидромеханизация разработки грунтов. – М.: Стройиздат, 1986. – 256 с.
7. Шкундин Б.М. Машины для механизации земляных работ. Справочное пособие по строительным машинам:/ Б.М Шкундин. Под общ. ред. С.П. Епифанова. – М.: «Стройиздат», 1982г. – 183 с.
8. Юфин А.П. Гидромеханизация. Учебное пособие: / А.П. Юфин – М.: «Стройиздат», 1974 г. – 223 с
9. ГОСТ 17520-72Снаряды землесосные общего назначения. Термины и определения.



10. ГОСТ Р 12.3.048-2002 ССБТ. Строительство. Производство земляных работ способом Гидромеханизации. Требования безопасности.
11. ГОСТ Р 55728-2013 Оборудование горно-шахтное. Гидромониторы для подземных работ. Требования безопасности. И методы испытаний.
12. ГОСТ 3124-77 Соединения шланговые для гибких шлангов гидромониторов
13. ГОСТ 18444-82 Земснаряды мелиоративные. Общие технические условия.
14. Землесосы морские ГОСТ
15. ГОСТ Р 50398 Гидроэлеваторы пожарный. Технические условия.

*Учебное издание*

Составители:

**ПОДДУБНЫЙ Виктор Иванович**  
**МАРТЫНОВА Наталья Борисовна**  
**ПАЛКИН Николай Александрович**

**МАШИНЫ И СРЕДСТВА ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ В  
ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

*Учебно-методическое пособие*

Корректурa и стиль авторов сохранены

Издательство «Перо»

109052, Москва, Нижегородская ул., д. 29–33, стр. 27, ком. 105

Тел.: (495) 973–72–28, 665–34–36 [www.pero-print.ru](http://www.pero-print.ru) e-mail: [info@pero-print.ru](mailto:info@pero-print.ru)

Подписано в печать 17.09.2020. Формат 60×90/16.

Бумага офсетная. Усл. печ. л. 5,2. Тираж 100 экз. Заказ 617.

Отпечатано в ООО «Издательство «Перо»