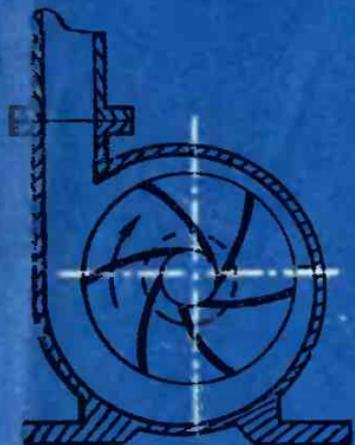


МАШИНЫ ДЛЯ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ



ГОССТРОЙ СССР

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И ПРОЕКТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
ОРГАНИЗАЦИИ, МЕХАНИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ
СТРОИТЕЛЬСТВУ

(ЦНИИОМТП)

СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ ПО СТРОИТЕЛЬНЫМ МАШИНАМ

ВЫПУСК 3

Б. М. ШКУНДИН

МАШИНЫ ДЛЯ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Под редакцией

С. П. Епифанова, В. М. Казаринова и И. А. Онуфриева



МОСКВА СТРОИЗДАТ 1974

Справочное пособие по строительным машинам. В 12-ти вып. Вып. З. Шкундин Б. М. Машины для гидромеханизации земляных работ. Под ред. С. П. Елифанова и др. М., Стройиздат, 1974. с. (Госстрой СССР. Центр. науч.-исслед. и проектно-эксперимент. ин-т организации, механизации и техн. помощи стр-ву).

В справочном пособии приведены сведения об оборудовании гидромеханизации, применяемом на строительстве, а также при добыче и переработке песчано-гравийных материалов. Освещена методика расчетов, необходимых для подбора оборудования гидромеханизации. Рассматриваются отдельные машины и оборудование для гидромеханизации земляных работ.

Пособие предназначено для инженеров и техников, работающих в области проектирования гидромеханизированных работ и непосредственно на производстве.

Табл. 34, ил. 118.

С 30207-705
047(01)-74 110-74

© Стройиздат, 1974

ЦНИИОМТП
БОРИС МАРКОВИЧ ШКУНДИН
СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ
ПО СТРОИТЕЛЬНЫМ МАШИНАМ
Выпуск 32
МАШИНЫ ДЛЯ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ
ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Редактор издательства Э. С. Сухарева

Внешнее оформление художника В. К. Сафонова

Технические редакторы З. С. Мочалина,

Н. В. Высотина, Т. В. Кузнецова

Корректоры В. И. Галузова, Е. А. Степанова

Сдано в набор 24.IV. 1974 г. Подписано к печати 15.VIII 1974 г.
 Т-14343 Формат 84×108 $\frac{1}{2}$. Бумага типографская № 3.
 9,66 усл. печ. л. (уч.-изд. 11,83 л.)

Тираж 22 000 экз. Изд. № Х-3544. Зак. № 236 Цена 50 к.

Стройиздат
 103006, Москва, Каляевская ул., дом 23а

Подольская типография Союзполиграфпрома
 при Государственном комитете Совета Министров СССР
 по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
 г. Подольск, ул. Кирова, д. 25

ГЛАВА I

КЛАССИФИКАЦИЯ И НАЗНАЧЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ

1. Классификация оборудования

За основу классификации машин и оборудования для гидромеханизации приняты технологические способы производства гидромеханизированных работ; в соответствии с этим признаком они делятся на две группы: машины и оборудование для гидромониторных работ и машины и оборудование для землесосных работ. Особую группу классификации составляет вспомогательное оборудование (рис. 1).

В первую группу входят гидромониторы, насосные установки, землесосные установки.

Во вторую группу входят землесосные снаряды, автономные и землесосные снаряды с питанием от береговых энергетических систем. Водоводы и пульповоды, а также перекачивающие землесосные установки входят в обе группы.

Гидромониторы по способу управления делятся на гидромониторы с ручным управлением и гидромониторы с дистанционным управлением.

Гидромониторы с ручным управлением в свою очередь делятся на гидромониторы, управляемые водилом, и гидромониторы с дефлектором, повороты которых осуществляются с использованием реакции, отклоняемой в ту или иную сторону водяной струи.

Гидромониторы могут быть с электрической, электрогидравлической или гидравлической системой дистанционного управления.

Насосные, землесосные, а также перекачивающие установки делятся на стационарные и передвижные. Передвижные установки в свою очередь бывают плавучие и сухопутные.

Землесосные снаряды обеих групп могут быть разборными и неразборными. Разборные снаряды имеют разборную конструкцию из отдельных блоков, габариты и масса которых допускают перевозку их по железной дороге или автомобильным транспортом. Неразборные снаряды, кроме самых мелких, могут транспортироваться только буксировкой на плаву.

На землесосных снарядах, разборных и неразборных, основными агрегатами, всасывающим и нагнетающим водогрунтовую смесь,

являются грунтовые насосы, эжекторы (водоструйные насосы) или гидравлические устройства.

В состав вспомогательного оборудования входят: краны плавучие различной грузоподъемности, краны-трубоукладчики и краны

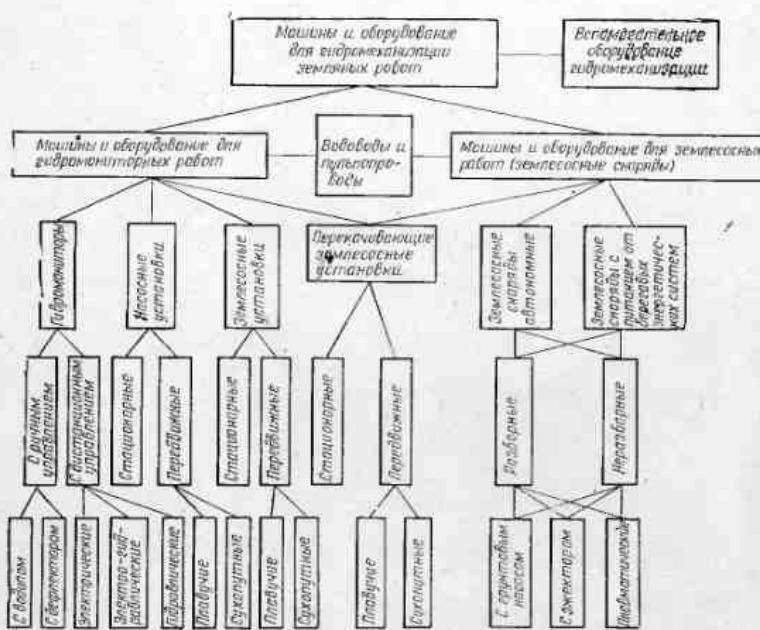


Рис. 1. Общая классификация машин и оборудования для гидромеханизации земляных работ

для намывных работ, бульдозеры, трансформерные тракторы, трубопроводы, завозы, буксируемые суда, брандвахта и т. п.

Ниже, в соответствующих разделах, приводится более полная классификация машин и оборудования гидромеханизации.

2. Назначение оборудования гидромеханизации

Гидромониторы являются основным оборудованием при выполнении гидромониторных работ. Гидромонитор служит для формирования компактной водяной струи с большой кинетической энергией и направления ее в нужную точку забоя.

В результате воздействия струи на грунт последний разрушается и, смешиваясь с водой, образует водогрунтовую смесь — пульпу.

Насосные установки служат для подачи воды в нужном количестве и под необходимым давлением в гидромониторы.

Землесосные установки перекачивают пульпу, образованную в результате работы гидромонитора, в отвал или в тело звондового земляного сооружения.

Перекачивающие землесосные установки предназначены для увеличения дальности подачи грунта при гидромониторных и землесосных работах.

Землесосные снаряды являются основным оборудованием при выполнении землесосных работ. Землесосные снаряды служат для разработки подводных забоев и перекачивания вынимаемого грунта в отвалы или насыпи (сооружения).

Водоводы и пульповоды широко применяют при выполнении землесосных и гидромониторных работ. По водоводам напорная вода поступает к гидромониторам; при необходимости на землесосных работах вода подается в рабочие водоемы; при намывных работах в эти водоемы отводится осветленная вода.

Пульповоды самых различных типов служат для перекачивания по ним пульпы (водогрунтовой смеси) в отвал грунта или в полезную насыпь (сооружение).

Вспомогательное оборудование гидромеханизации служит для производства подготовительных, эксплуатационных и ремонтных работ. Плавучие краны большой грузоподъемности используют при монтаже землесосных снарядов и их текущих ремонтах.

Плавучие краны средней грузоподъемности применяют при обслуживании плавучих пульповодов, а также для подачи на землесосные снаряды крупных смесочно-запасных деталей, например, таких, как рабочие колеса и корпуса грунтовых насосов.

Плавучие краны малой грузоподъемности используют для смены изношившихся фрез и других обслуживаний грунтозаборного устройства.

Краны-трубоукладчики служат для монтажа и перекладки трубопроводов гидромеханизации. Эти же краны широко применяют при инструочно-разгрузочных работах.

Специализированные намывные краны используют при безэстакадном намыве для непрерывного наращивания или, наоборот, укорачивания намывных пульповодов на картах намыва.

Бульдозеры различных типов широко используют при выполнении подготовительных и эксплуатационных (вспомогательных) работ по гидромеханизации. С их помощью расчищают основания под намывные сооружения, вскрывают и раскорчевывают карьеры, делают первичные обвалования, готовят трассы для прокладки всевозможных трубопроводов и т. д.

С помощью бульдозеров срезают недомыты,ineизбежно образующиеся при разработке забоев гидромониторами, и возводят попутные обвалования на картах намыва.

Завозы — небольшие самоходные или гребные суда — служат для завозки и перекладки папильонажных якорей землесосных снарядов.

Небольшие буксируемые суда применяют обычно для небольших, в пределах строительной площадки, перемещений землесосных снарядов. На этих судах перевозят членов команды земснаряда и доставляют на земснаряд мелкие смесочно-запасные части, смазочные и другие материалы.

Брандвахты используют для проживания команды землесосных снарядов.

ГЛАВА II

ГИДРОМЕХАНИЗАЦИЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

1. Общие сведения о гидромеханизации

При выполнении земляных работ способом гидромеханизации грунт разрабатывают, транспортируют и укладывают с помощью воды. Весь комплекс работ — разработку грунта в забое, транспортирование и укладку в насыпи — выполняют непрерывно-поточным методом, благодаря чему достигается высокая интенсивность работ.

Применение способа гидромеханизации в соответствующих условиях позволяет по сравнению с другими способами механизации земляных работ существенно снизить трудозатраты, уменьшить сложность и стоимость оборудования, что в конечном счете снижает общую стоимость выполненных работ.

В табл. 1 приведены сравнительные данные производительности труда и единичной стоимости экскаваторных и гидромеханизированных работ, выполненных в одинаковых природно-геологических и производственных условиях.

Таблица 1

Сравнительные показатели технико-экономической эффективности экскаваторных и гидромеханизированных работ

Объект	Производительность труда, м ³ /чел.-день при		Себестоимость, коп/м ³ , при	
	экскаваторных работах	гидромеханизации	экскаваторных работах	гидромеханизации
Волго-Донской канал	30	45	90	60
Куйбышевгидрострой	35	100	—	35
Угольные карьеры Кузбасса	35	100	46	20
Карьеры Курской магнитной аномалии	15	50	88	60
Транспортное строительство	—	—	139	78

Сравнительные данные об удельных расходах электроэнергии на экскаваторных работах и на землесосных работах на строительстве Цимлянского гидроузла приведены в табл. 2 и 3. Расход энергии на перевозку грунта в автосамосвалах пересчитан по фактическому расходу горючего.

В табл. 3 приводится сравнительный анализ стоимости экскаваторных и гидромеханизированных работ по элементам затрат.

Как видно из таблицы трудозатраты при землесосных работах составляют 25% общей стоимости работ, в то время как на экскаваторных работах удельный вес этих расходов возрастает до 35%.

Таблица 2

Удельный расход электроэнергии при выполнении землесосных работ

Землеройное оборудование	Расход электроэнергии в грунтах I-II и грунты в кВт·ч на 1 м ³ , перемещенный на 1 км
Землесосный снаряд:	
типа 300-400	1,37
» 500-60	0,92
Экскаватор СЭ-3 с отвозкой грунта самосвалами МАЗ-10 т	2,4 (в том числе на перевозку грунта 1,65 кВт·ч/м ³)

Таблица 3

Сравнительные показатели по элементам стоимости экскаваторных (с автомобильной отвозкой) и землесосных работ

Затраты	В % к общей стоимости		В том числе стоимость элементов технологического процесса, % к общей стоимости					
	экскаваторные работы	землесосные работы	Разработка грунта	Транспортировка грунта	Укладка грунта			
			экскаватором	землесосом	экскаватором	землесосом		
Амортизация и ремонт	40	35	12	24,5	22	7	6	3,5
Электроэнергия или топливо	20	30	3	9	14	19,5	3	1,5
Трудозатраты	35	25	5,5	15	24,5	5	5	5
Материалы и запасные части	5	10	1,5	6,5	2,5	2	1	1,5
Все затраты	100	100	22	55	63	33,5	15	11,5

К технологическим особенностям способа гидромеханизации по сравнению с другими способами механизации земляных работ следует отнести возможность разработки обводненных и подводных выемок без каких-либо осушительных и водопонижательных работ. Преимущества способа гидромеханизации заключаются в следующем:

подача грунта с большой производительностью в труднодоступные для автоматации участки, например в узкие каньоны, пазухи сооружений; фракционирование грунта по крупности при возведении намывных плотин; возможность разложить грунт в плотине по крушиности частиц;

возможность возведения ядерных плотин, т. е. таких, средняя часть которых (ядро) сложена из пылеватых и глинистых частиц,

а боковые призмы — из крупных песков и гравия. При этом крупность частиц грунта постепенно возрастает от центра к наружным откосам, а фракционирование частиц грунта по крупности в напорных сооружениях обеспечивает его высокую фильтрационную прочность.

Технологические преимущества способа гидромеханизации обеспечили широкое его применение при строительстве крупнейших гидроузлов. Так, уже на Цимлянском гидроузле 50% (или более 40 млн. м³) всех земляных работ было выполнено средствами гидромеханизации.

На строительстве Куйбышевского гидроузла объем работ, выполненных способом гидромеханизации, возрос до 110 млн. м³, что составляет свыше 64% всех земляных работ.

Около 120 млн. м³ грунта этим способом было разработано на строительстве Волгоградского гидроузла, что превышает 71% общего объема земляных работ.

87,6% всех земляных работ было осуществлено способом гидромеханизации на строительстве Киевского гидроузла, что явилось своеобразным рекордом. На этом строительстве землесосными снарядами было сделано около 72 млн. м³ самых разнообразных земляных работ.

В сравнении с другими способами механизации земляных работ применение способа гидромеханизации в условиях отрицательных температур связано с рядом осложнений. Однако при правильной и тщательной подготовке применение способа гидромеханизации в зимнее время, особенно на крупных объектах, не только возможно, но и экономически целесообразно. Так, например, на Волгоградском гидроузле более 33 млн. м³ грунта разработано землесосными снарядами в течение ноября — марта, т. е. при отрицательных температурах.

В зимних условиях был осуществлен замыв прорана русской плотины.

Способ гидромеханизации рекомендуется применять при следующих земляных и горных работах:

выемке грунта из котлованов при строительстве крупных гидroteхнических сооружений, устройстве всевозможных каналов, акваторий, подводных траншей для прокладки дюкеров; дорожных насыпей; всевозможных дноуглубительных работах;

разведении насыпей: при сооружении плотин и дамб, заполнении пазух гидротехнических сооружений, на дорогах, при устройстве стационарных площадок, мостовых подходов, планировке территории, замыве болот, намыве пляжей;

разработка карьеров: при вскрытии работах на песчаных и песчано-гравийных месторождениях.

2. Гидромониторные работы

Различают две принципиальные схемы размыва грунта гидромонитором: при встречном забое — размыв «снизу вверх» (рис. 2, а) и при попутном забое — размыв «сверху вниз» (рис. 2, б).

При встречном забое гидромонитор устанавливают на подошве забоя. Таким образом направление движения струи гидромонитора противоположно направлению движения шулы. Движение пульпы от забоя к зумпу перекачивающей станции обеспечивается образующимся уклоном подошвы забоя. Величина уклона зависит

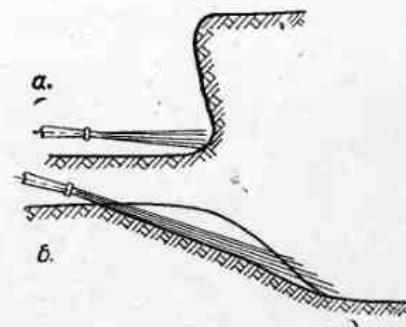
от крупности частиц разрабатываемого грунта. Уклон подошвы забоя неизбежно приводит к образованию недомывов, для уборки которых нередко приходится применять дополнительные гидромониторы или бульдозеры.

При таком способе размыва грунта углы между струей гидромонитора и стенкой забоя близки к прямым, поэтому процесс размыва протекает весьма интенсивно. В нижней части образуются ворбы, приводящие к обрушению вышележащего грунта. Последующий размыв обрушенного грунта протекает особенно интенсивно.

При попутном забое гидромонитор устанавливают на поверхности забоя. Направление движения струи гидромонитора совпадает

Рис. 2. Схема размыва грунта гидромонитором

а — при встречном забое (размыв «снизу вверх»); б — при попутном забое (размыв «сверху вниз»)



с направлением движения шулы, содержащей размытый грунт, благодаря чему не требуется больших уклонов. При таком способе размыва гидромониторы находятся на сухом месте.

К недостаткам размыва по способу попутного забоя следует отнести значительное по сравнению с первым способом снижение интенсивности размыва и плохое использование явления обрушения забоя.

Иногда применяют комбинированные способы размыва забоя, в которых в известной степени удается сочетать преимущества встречного и попутного забоя.

Грунт, размытый гидромонитором, подается к месту укладки специальными насосными установками, оборудованными грунтовыми насосами (рис. 3). В лагоприятных условиях грунт, размытый струей гидромонитора, стекает к месту укладки по канавам и лоткам.

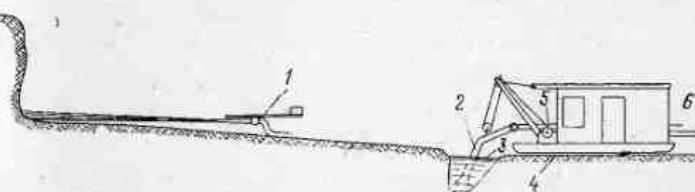


Рис. 3. Схема передвижной землесосной установки в забое

1 — гидромонитор; 2 — всасывающая труба; 3 — зумпф; 4 — сани; 5 — электролебедка; 6 — напорная труба

Грунтовый насос установки смонтирован на раме (на сварных санях или на жесткой металлической платформе). Установка имеет деревянную, щитовую надстройку. В передней части саней смонтирована электролебедка для подъема и опускания всасывающей трубы. Перемещение установки в забое осуществляется с помощью трактора или лебедки.

Усилие F , необходимое для передвижения землесосной установки, смонтированной на пне, определяют по формуле (1) (принято, что усилие направлено параллельно поверхности, по которой осуществляется передвижение):

$$F = K P, \quad (1)$$

где P — полная масса установки;

K — коэффициент, определяемый по табл. 4.

Таблица 4

Значение коэффициента K

Уклон поверхности в град	0	3	5	8	10	12
K	0,4 0,35	0,45 0,34	0,51 0,4	0,56 0,26	0,6 0,22	0,62

Примечание. В числителе указано значение K при перемещении землесосной установки вверх, а в знаменателе — при перемещении вниз.

Перемещение установки производится в последовательности, показанной на рис. 4.

После выработки забоя и удаления его от установки на некоторое расстояние (указывается в проекте производства работ) забой затапливается на глубину, достаточную для всapsulation установки; последняя на плаву передвигается в нужную точку.

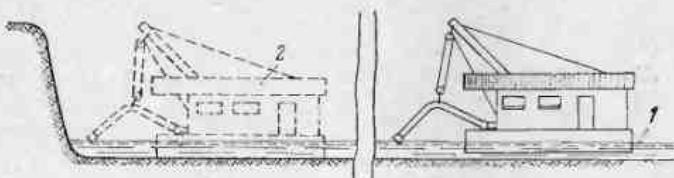


Рис. 4. Схема плавучей землесосной установки

1 — горизонт воды в затопленном забое в процессе передвижения; 2 — землесосная установка после передвижки и откачки воды из забоя

После перемещения установки откачивают воду из забоя, а снаряд опускают на днище. Работа продолжается в прежней последовательности. Перемещение плавучих землесосных установок не требует больших усилий. Основным недостатком плавучих установок является необходимость периодического затопления и откачки щадошвы

забоя. Гидромониторный способ работ применяют только в сухих забоях или в таких местах, которые могут быть осушены без больших затрат. Эта особенность гидромониторного способа сильно ограничивает область его применения, особенно в гидротехническом строительстве. Кроме того, следует отметить значительную трудоемкость гидромониторного способа и относительно большой удельный расход электроэнергии. Потребность в трубах при гидромониторном способе также значительно больше потребности в трубах при землесосном способе работ. Только в особо благоприятных природно-геологических условиях, чаще всего на горных работах (например, вскрыши месторождений), гидромониторный способ может дать высокие технико-экономические показатели.

3. Землесосные работы

Наибольшее распространение в строительстве получил землесосный способ производства работ. Более 95% всех гидромеханизированных работ выполняется этим способом, а гидромониторным — менее 5%.

Землесосный способ работ применяют при возведении намывных плотин из русловых или пойменных карьеров (расположенных ниже грунтовых вод).

Применение землесосного способа при гидротехнических работах, связанных с выемкой котлованов под бетонные сооружения, позволяет значительно позже заканчивать устройство ограждающих перемычек и существенно (иногда вдвое) сокращает длительные и дорогостоящие водоотливные работы в котловане.

Землесосный способ работ широко применяется для добычи песка и гравия. Эффективность применения землесосного способа в этом случае заключается в возможности объединения в непрерывную технологическую цепочку процессов добычи, транспортирования, обогащения и складирования песчано-гравийных материалов.

Важным фактором, предопределяющим эффективность применения землесосных снарядов для разработки песчано-гравийных месторождений, является то обстоятельство, что эти месторождения чаще всего обводнены и находятся в руслах или поймах рек. Осуществляя землесосными снарядами разработку таких месторождений, песчано-гравийную смесь можно подать на обогатительные устройства, смонтированные на специальном pontоне или на берегу. Известны обогатительные устройства, позволяющие разделить в напорном потоке песок на требуемое количество фракций по крупности. Фракционированный песок может быть уложен намывом в штабеля склада. При работе плавучих сортировочных установок фракционированные пески укладываются в баржи. Разделение гравия на фракции различной крупности обычно осуществляют на вибрационных грохотах.

Добыча и переработка песчано-гравийных материалов землесосным способом имеет следующие преимущества:

обеспечение высокого качества продукции при более низкой стоимости;

снижение удельных капитальных затрат;

обеспечение рентабельной разработки месторождений, содержащих относительно небольшой процент нужных фракций. Так например, известны примеры добычи гравия в месторождениях, содержащих 85—90% нетоварного песка. Разработка таких месторождений любым сухим способом, как правило, нецелесообразна.

Таблица 5

Классификация способов рабочих перемещений и область их применения

Способ рабочих перемещений	Схема рабочих перемещений	Область применения (основная)
Канатный	Траншейная	Дноуглубительные и строительные работы, добыча нерудных материалов
	Параллельная	Дноуглубительные работы
	Веерная	Дноуглубительные работы, строительные работы
	Крестовая	Дноуглубительные работы
	Отдельными воронками	Очистка ирригационных каналов малыми снарядами, добыча нерудных материалов
Свайно-канатный	Простая Голландская	Строительные работы в несвязанных грунтах
	Немецкая С напорным ходом	Строительные работы в тяжелых грунтах
Свайно-бесканатный	Хоботовая простая	Разработка узких каналов
	Хоботовая универсальная (системы Б. М. Шкундина и А. И. Квасова)	Разработка широких каналов

Сравнивая между собой гидромониторный и землесосный способы работ, к недостаткам последнего следует отнести большую зависимость его эффективности от физико-механических свойств разрабатываемых грунтов и их засоренности.

Наличие в песчано-гравийных грунтах самого незначительного количества валунов (около 1%), имеющих размер более проходного сечения рабочего колеса грунтового насоса, может настолько затруднить работу землесосного снаряда, что она станет неэффективной. При размыве грунта гидромониторами удаление крупнообломочных включений существенно проще.

Ввод землесосных снарядов в забой. Подбор карьеров для насыщенных работ или участков деловой выемки, а также расположения в них землесосных снарядов предусматриваются проектом организации производства земляных работ.

Перед началом работ необходимо получить соответствующую техническую документацию с геологической характеристикой карьеров или выемок и установкой проектных границ работ отдельных землесосных снарядов. Сетку разведочных скважин в границах работы снарядов выносят на местность.

При отсутствии достаточных геологических данных осуществляют дополнительную разведку карьера. При выборе последовательности разработки отдельных участков карьера следует стремиться к сохранению примерно одинаковых условий (в отношении напоров) для землесосных снарядов.

Участки карьера, примыкающие непосредственно к береговой линии водоема (реки, озера, пруды), вводятся в эксплуатацию без предварительных работ по разработке забоя. На участках карьера, расположенных на некотором расстоянии от водоема, предварительно выполняются прорези и готовятся котлованы для ввода в карьер земснаряда.

Ширина прорези принимается в зависимости от типоразмера землесосного снаряда.

Разработку забоя земснарядом начинают с заглубления грунтозаборного устройства на заданную отметку.

При колебании горизонтов соответственно корректируется глубина погружения грунтозаборного устройства.

При назначении глубины опускания грунтозаборного устройства необходимо учитывать просор и рыхление грунта. Величина просора зависит от характера грунта, высоты забоя, конструкции грунтозаборного устройства и скоростей рабочих перемещений. Снижая скорость рабочих перемещений, можно уменьшить величину просора, но это обычно вызывает снижение производительности земснаряда.

Просор необходимо учитывать при разработке резервов и соответственно увеличивать их площадь. При разработке деловых выемок, в которых качество основания не имеет значения, необходимо увеличивать глубину опускания грунтозаборного устройства на величину просора.

Глубина рыхления грунта h_p ниже заглубления грунтозаборного устройства для земснарядов производительностью по пульпе 0,75—3 м³/сек (в песках средней крупности) определяется с некоторым запасом по формуле

$$h_p = (0,5 + 0,9 Q) \text{ м.} \quad (2)$$

где Q — производительность земснаряда по пульпе, м³/сек.

Величина h_p имеет большое значение при выемке котлованов под бетонные сооружения, так как на эту величину происходит разрушение грунта и соответственно снижается его несущая способность.

Рабочие перемещения землесосных снарядов производятся с учетом ряда требований, в том числе они должны:

- с достаточной точностью обеспечивать движение грунтозаборного устройства по заданным траекториям с регулируемой скоростью;
- обеспечить усилия, достаточные для преодоления сопротивлений, возникающих в процессе разработки грунта, и для преодоления всех других вредных нагрузок;

исключать необходимость холостых движений, т. е. движения грунтозаборного устройства по выработанным участкам забоя.

Классификация способов рабочих перемещений и предпочтительная область их применения приведена в табл. 5.

Канатный способ рабочих перемещений (рис. 5). Манипуляция лебедками позволяет перемещать землесосный снаряд вдоль

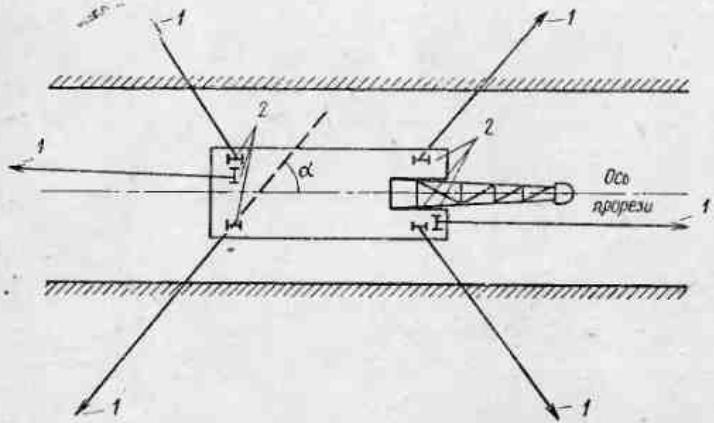


Рис. 5. Канатный способ рабочих перемещений
1 — якоря; 2 — лебедка

и поперек прорези. Периодически по мере продвижения снаряда вперед осуществляется перекладка якорей. Число рабочих канатов при работе на спокойной воде иногда уменьшают до 5—4. Канатный способ широко применяют при дноуглубленных работах. В строительстве и при добыче нерудных материалов применяют только траншейную и веерную схемы рабочих перемещений по этому способу.

При траншейной схеме грунтозаборное устройство передвигается вперед вдоль разрабатываемой прорези на известную длину, после чего возвращается назад, перемещается в сторону, проходит следующую параллельную траншею до разработки прорези на полную ширину.

Расстояние B между соседними траншеями (рис. 6) выбирают с расчетом обеспечения наилучших условий питания всасывающей трубы грунтом. Это условие соблюдается при равенстве:

$$B = B_1 + B_2 \text{ м}, \quad (3)$$

где B_2 — половина ширины одной проходки после оползания откосов, м;

B_1 — половина временной ширины одной траншеи до оползания откосов, м.

Веерная схема проходки осуществляется с помощью передних боковых канатов, которыми снаряд поворачивается на заданный угол

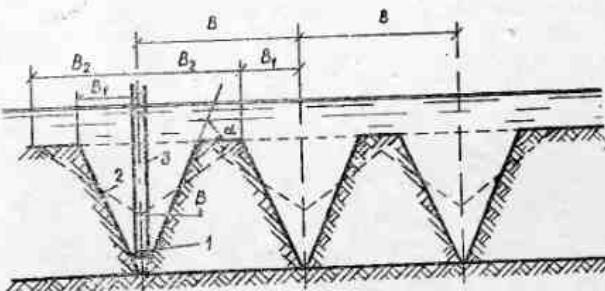


Рис. 6. Расстояние между траншеями при траншейном способе разработки прорези

1 — временный откос; 2 — упавший откос; 3 — всасывающая труба (сосун земснаряда); α — угол временного откоса к горизонту; B — угол упавшего откоса к горизонту

вокруг неподвижной кормы. По мере разработки грунта земснаряд передними станинами тросом передвигается вперед.

Свайно-канатный способ рабочих перемещений (рис. 7). Этот способ состоит в том, что грунтозаборное устройство с помощью

Рис. 7. Свайно-канатный способ рабочих перемещений

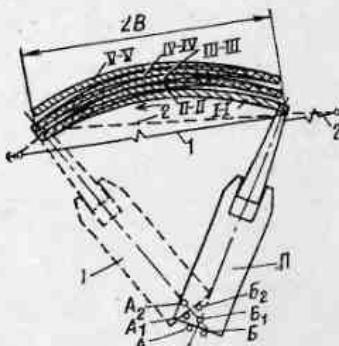
P — положение снаряда у правой бровки прорези; L — положение снаряда у левой бровки прорези; $A, A_1, A_2; B, B_1, B_2$ — последовательные положения лебеди и правой свай; 1 и 2 — цапиль-сажные канаты; I—I, II-II, III-III и т. д. — траектории фрезы; $2B$ — ширина прорези:



— первичная проходка фрезы;



вторичная проходка фрезы



троса перемещается по дуге окружности, центром которой является одна из свай, конец которой заглублен в дно выработки. Такую систему, как правило, применяют на строительных или горных работах.

Преимущество свайно-якорной системы перемещений заключается в том, что она требует закладки только двух якорей. Соответственно упрощается управление земснарядом и грунтозаборное устройство описывает определенные траектории, что особенно необходимо при разработке связанных грунтов.

Известны несколько схем свайно-канатного рабочего перемещения земснарядов (голландская, немецкая и т. д.), при которых смена свай производится не на бровках прорези, а в других точках. При правильном выборе этих точек и соответствующем расстояниях между сваями можно значительно сократить длину участка выхода

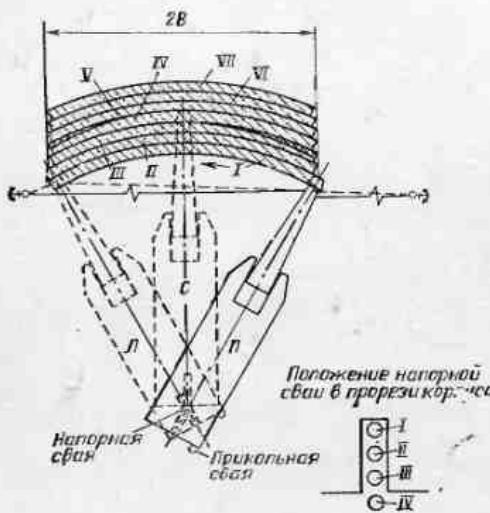


Рис. 8. Способ рабочих перемещений с напорным свайным ходом

P — положение снаряда у правой бровки; *L* — положение снаряда у левой бровки; *C* — среднее положение снаряда; *I*—*VII* — папильонажные ленты; *P*—*IV* — положения напорной сваи

на новую ленту, что благоприятно отражается на производительности земснаряда.

Более совершенная схема рабочих перемещений может быть получена, если направляющие обоймы одной из свай закрепить в каретке, которая может принудительно перемещаться вдоль продольной оси земснаряда (рис. 8). Аналогичный эффект может быть получен, если направляющие обоймы свай закреплены с определенным эксцентризитетом в принудительно-поворачиваемом роторе. Такие устройства называют напорным спайным ходом.

На схеме сплошными линиями показано первоначальное положение снаряда *P* у правой бровки. Поворачиваясь вокруг сваи под влиянием натяжения папильонажных тросов по направлению стрелки, фреза разработает грунт на плоскости ленты и снаряд займет положение *L* (у левой бровки). Затем при помощи напорного механизма снаряд, отталкиваясь от сваи, продвинется вперед на ширину одной ленты и совершил рабочий ход в обратном направлении; фреза при этом разработает грунт на полосе *P* и т. д. Как видно из

схемы, каждая последующая лента хорошо прилегает к предыдущей. Такие ходы повторяются до использования всей величины проема каретки, рассчитанной обычно на три—пять ходов, затем снаряд останавливается в среднем положении *C* и сбрасывается приколы свая. Рабочая свая поднимается, перегоняется в исходное положение и вновь опускается на грунт. Тогда, подняв приколы сваю, можно продолжать папильонажирование.

Свайно-бесканатные рабочие перемещения землесосных снарядов. Канатные способы рабочих перемещений связаны с необходимостью закладки и перевода в новые точки от двух до шести якорей, что существенно увеличивает технологические пространства. Бесканатные схемы свободны от этого недостатка.

На рис. 9 показана схема бесканатного рабочего перемещения с напорной сваей в прорези, параллельной диаметральной плоскости

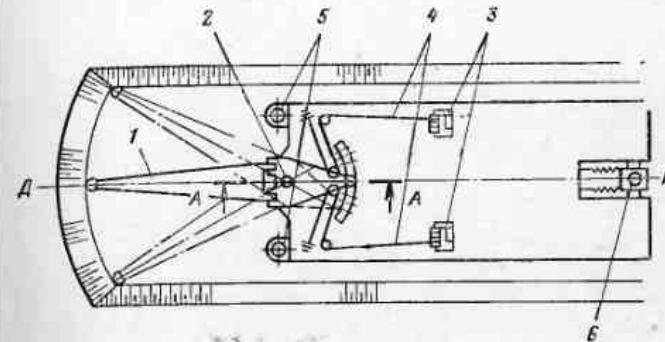
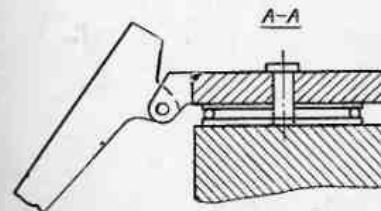


Рис. 9. Бесканатная схема рабочих перемещений

ДП — диаметральная плоскость; *1* — грунтозаборное устройство; *2* — ось; *3*, *4* — канаты; *5* — приколы сваи; *6* — напорная свая



ДП корпуса земснаряда. Такой способ перемещения применяют на земснаряде для узких прорезей типа 300-40УП (см. гл. VI).

Перемещение грунтозаборного устройства осуществляют поворотами этого устройства вокруг оси с помощью лебедок и канатов. Приколы и напорная сваи при этом опущены в грунт. Подачу снаряда вперед осуществляют отталкиванием от напорной сваи. После использования хода напорной тележки она возвращается в исходное положение.

При данном способе перемещения корпус снаряда перемещается вдоль оси прорези, не поворачиваясь, поэтому ширина прорези на уровне днища снаряда может быть равна ширине корпуса. Эта особенность и позволила применить такой способ перемещения в специальных земснарядах для узких прорезей.

Другая разновидность системы бесканатного перемещения отличается тем, что прорези, в которых перемещаются напорные снаряды, сделаны в роторах, благодаря чему их плоскость может быть повернута под любым углом к ДП снаряда.

Эта система бесканатного рабочего перемещения (Б. М. Шкудрина и А. И. Квасова) разработана для земснаряда с подвесным пульпопроводом.

Бесканатное перемещение снаряда с автономной силовой установкой и подвесным пульпопроводом большой длины может полностью освободить его от всех береговых коммуникаций, что позволит значительно поднять коэффициент его использования по времени.

Такой способ весьма перспективен, он может быть использован при сооружениях больших каналов на переброске стока.

4. Водоснабжение работ при гидромеханизации

Для водоснабжения гидромониторных и землесосных работ применяют насосные станции, оборудованные центробежными насосами.

На рис. 10 показаны три наиболее распространенных схемы водоснабжения гидромониторных работ: прямого водоснабжения, т. е. однократным использованием воды; водоснабжения с кругооборотом и водоснабжения с кругооборотом и подпиткой свежей водой.

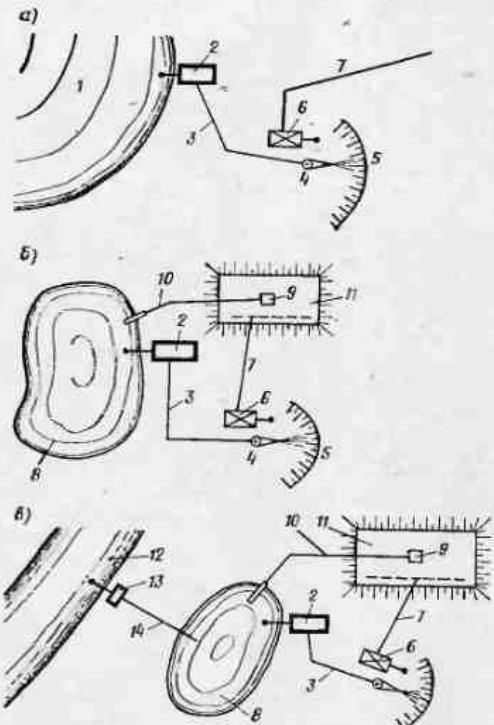


Рис. 10. Схемы водоснабжения гидромониторных работ

а — прямое водоснабжение; б — водоснабжение с кругооборотом; в — водоснабжение с кругооборотом и подпиткой свежей водой
 1 — источник водоснабжения с неограниченным дебитом; 2 — насосная станция; 3 — водопровод; 4 — пульпопровод на карту намыва; 5 — водоем с ограниченным дебитом; 6 — насосная станция для подачи воды; 7 — водовод; 8 — карта намыва; 9 — водовод для возврата очищенной воды; 10 — водовод для возврата осветленной воды в водоем; 11 — карта намыва; 12 — источник водоснабжения с ограниченным дебитом; 13 — насосная станция подпитки; 14 — водовод для подачи свежей воды в водоем

Прямое водоснабжение применяют в тех случаях, когда источник водоснабжения существенно превышает потребность гидромеханизации. Иногда прямое водоснабжение приходится усложнять устройством прудов-отстойников для дополнительного осаждения отработанной воды перед сбросом ее в реку или другой водоем.

Водоснабжение с кругооборотом устраивают при недостаточном количестве водоподсточника или при жестких требованиях, не допускающих попадания отработанной воды в реку или другой водоем. Так как работа с кругооборотом воды сопровождается ее потерями на испарение и инфильтрацию, то приходится устраивать станции подпитки (рис. 10, в), периодически компенсирующие потерянную воду.

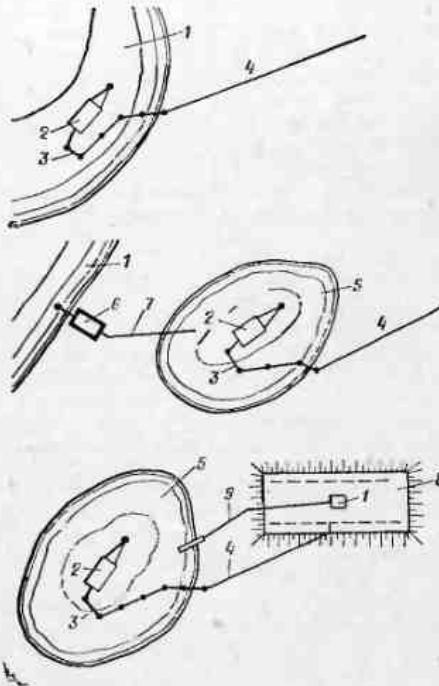


Рис. 11. Схемы водоснабжения землесосных работ

1 — водоем с неограниченным дебитом; 2 — землесосный снаряд; 3 — плавучий пульпопровод; 4 — пульпопровод на карту намыва; 5 — водоем с ограниченным дебитом; 6 — насосная станция для подачи воды; 7 — водовод; 8 — карта намыва; 9 — водовод для возврата очищенной воды

На рис. 11 показаны основные схемы водоснабжения землесосных работ: прямое водоснабжение в большом водоеме с практически неограниченным дебитом; прямое водоснабжение в водоеме с ограниченным дебитом, с подачей воды и водоснабжение на кругообороте.

При прямом водоснабжении землесосных работ по схеме б пополнение водоема частично может происходить за счет грязевого штатива; в этом случае объем подкачиваемой воды может быть существенно меньше объема воды, забираемой землесосными снарядами. При прямом водоснабжении очистка осветленной воды, собираемой с карты намыва, должна полностью отвечать санитарным требованиям.

Водоснабжение на оборотной воде обычно должно иметь источники пополнения потерь на испарение, инфильтрацию и т. п. Возврат воды с карты намыва в рабочий водоем может осуществляться с мотеком и специальными насосными станциями.

Насосные установки, как указывалось в § 1, делятся на два основных типа: стационарные и передвижные; отличительной особенностью этих установок является их временный характер.

Стационарные насосные установки. При монтаже насосных установок важным является выбор места для них; к выбору места предъявляют следующие требования:

в источнике водоснабжения должно быть достаточно воды и в него должен быть обеспечен возврат осветленной воды;

расстояние от насосной станции до места работ должно быть минимальным и водоводы по возможности не должны пересекать дороги, какие-либо сооружения или естественные препятствия;

место, предназначенное для опускания всасывающих трубопроводов, должно иметь достаточную глубину и по возможности быть защищено от засыпания. При отсутствии подходящего места для всасывающих трубопроводов следует устраивать простейшие водозаборные сооружения;

горизонт установки насосов выбирают наименший, допустимый по условиям колебания воды в источнике водоснабжения;

местоположение насосной станции должно быть удобным для энергоснабжения.

В качестве фундаментов насосных агрегатов часто применяют простейшие деревянные фундаменты свайного или ряжевого типа. На строительных объектах, где проводятся бетонные работы, обычно применяют фундаменты также из бетона.

Конструкция здания для временных насосных установок определяется типовыми решениями, принятыми для других временных сооружений, используемых на данной строительной площадке. Ширина всех проходов должна быть безопасна для перемещения обслуживающего персонала и позволять свободно производить частичную и полную разборку агрегата.

Помещение должно быть достаточно светлым и обязательно иметь два выхода. Оно должно обеспечивать возможность применения подъемного оборудования для ремонтных работ.

Монтажные схемы насосных станций указываются в специальных проектах. Количество отводов на напорной и в особенности на всасывающей линии насосной установки должно быть минимальным. На рис. 12 показаны правильные и неправильные схемы всасывающих линий. Схемы, создающие благоприятные условия для образования «воздушных мешков», применять нельзя.

Все задвижки устанавливают в удобных местах. При значительной длине напорных линий или при параллельной работе нескольких насосов в один коллектор целесообразна установка обратных клапанов.

При колебаниях горизонта воды в водозаборе в пределах больших, чем это допустимо для нормальной высоты всасывания насоса, обычно целесообразно применение плавучих насосных станций. Иногда оказывается возможным применить схему станции с установкой насосов на двух различных горизонтах (рис. 13). Насос можно переносить с фундамента А на фундамент Б и обратно по мере надобности. Иногда при частых колебаниях воды небольшие насосные агрегаты монтируют на тележках, которые с помощью лебедок можно

перемещать по наклонно уложенным рельсам. Всасывающие и напорные линии таких установок монтируют на быстроразъемных соединениях. Выбирая количество агрегатов на насосной установке, следует иметь в виду, что к. п. д. центробежных насосов возрастает с увеличением подачи.

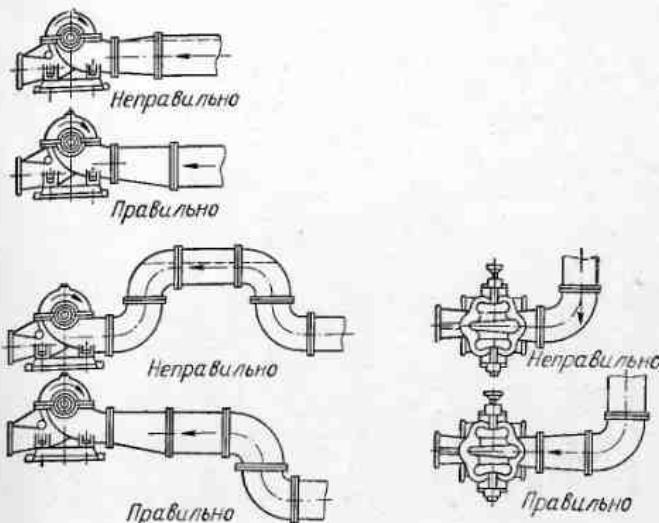


Рис. 12. Схемы всасывающих линий

Стоимость насосной станции, оборудованной одним насосом, как правило, ниже стоимости насосной станции, оборудованной несколькими меньшими насосами на ту же суммарную подачу.

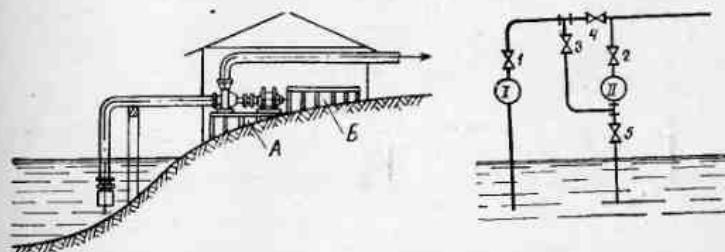


Рис. 13. Схема насосной установки с использованием насосов на двух различных горизонтах

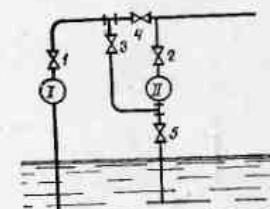


Рис. 14. Универсальная схема соединения насосов
1—5 — задвижки; I, II — насосы

Однако для решения вопроса о количестве агрегатов на насосной установке нельзя исходить только из этих соображений. Минимальное количество агрегатов не всегда дает самое лучшее решение. Например, если грунты, подлежащие размыву, периодически меняются от песков до суглинков, причем вторые требуют в два раза большего напора для своего размыва, чем первые, следует независимо от других соображений рекомендовать к установке на насосной установке не меньше двух агрегатов. В некоторых случаях, например, при самотечном гидротранспорте может быть рекомендована схема соединений, показанная на рис. 14.

При размыве песков следует открыть задвижки 1, 2, 4 и 5 и закрыть задвижку 3. В этом случае насосы I и II окажутся соединенными параллельно и будут давать большую подачу при малом напоре. Переходя к размыву суглинков, следует задвижки 4 и 5 закрыть, а задвижку 3 открыть; насосы окажутся переключенными на последовательную работу, чем обеспечивается повышенный напор при соответствующе уменьшенной подаче воды.

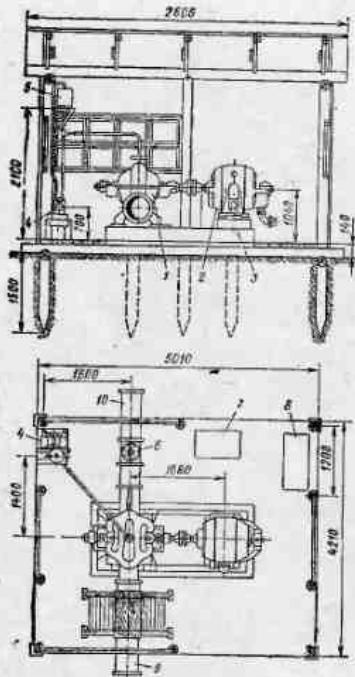


Рис. 15. Насосная установка с одним насосом типа НДС
1 — насос; 2 — электродвигатель;
3 — рама насосного агрегата; 4 —
вакуум-насос; 5 — бачок вакуум-на-
соса; 6 — задвижка; 7 — пусковой
реостат; 8 — пусковой ящик; 9 —
васывающая труба; 10 — напорный
водовод

На выбор количества агрегатов на насосной установке влияет также и количество грунтовых насосов, работающих в едином комплексе с насосной.

На рис. 15 показана простейшая типовая насосная станция с одним насосом типа НДС с электродвигателем. Более сложные станции строятся по индивидуальным проектам.

Передвижные насосные установки. Передвижную насосную установку обычно монтируют на понтоне. Такие установки применяют в следующих случаях:
при сильном колебании уровня в источнике водоснабжения;
при возможности использования одной станции последовательно в нескольких различных точках данного водоема;
при нахождении насосной установки непосредственно в размываемой траншее, при этом по мере разработки она периодически передвигается вперед.

В монтажных схемах передвижных установок нет никаких принципиальных отличий от установок стационарных.

В тех случаях, когда глубина водоема недостаточна для использования нормальных водозаборных устройств, применяют приемники, предохраняющие насос от проникновения в него воздуха и

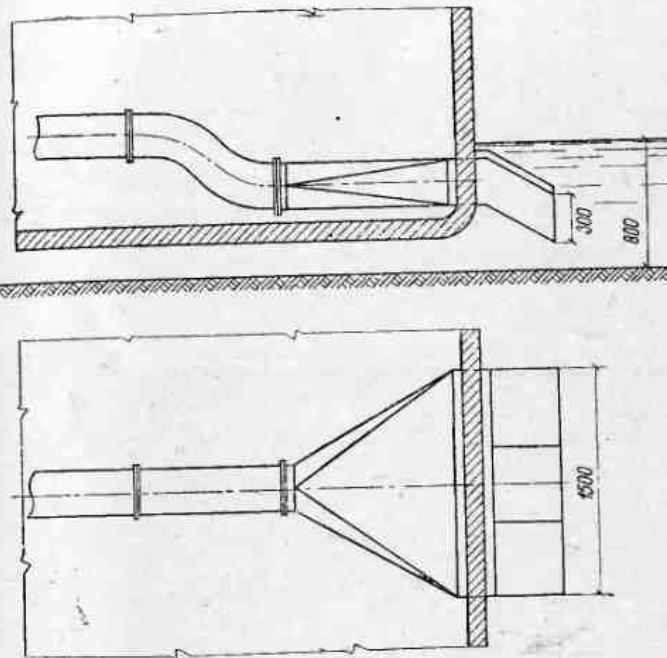


Рис. 16. Водоприменик для работ на малых глубинах

дно водоема от размыва. Такой приемник показан на рис. 16. Он обеспечивает нормальный водозабор насоса производительностью до 1800—2000 м³/ч при глубине водоема 0,8 м.

Для соединения плавучей насосной станции с неподвижным береговым трубопроводом применяют резиновые шланги или шаровые шарниры.

В практике гидромеханизации известно большое количество различных типов плавучих насосных установок. Серийно такие установки не изготавливаются, чаще всего они монтируются по индивидуальным проектам, причем нередко для корпуса установки используются различные понтоны, имеющиеся на данном объекте. Так, на рис. 17 показана насосная установка на корпусе, собранном из трех овальных поплавков, от плавучего пульпопровода землесосного снаряда типа 500-60.

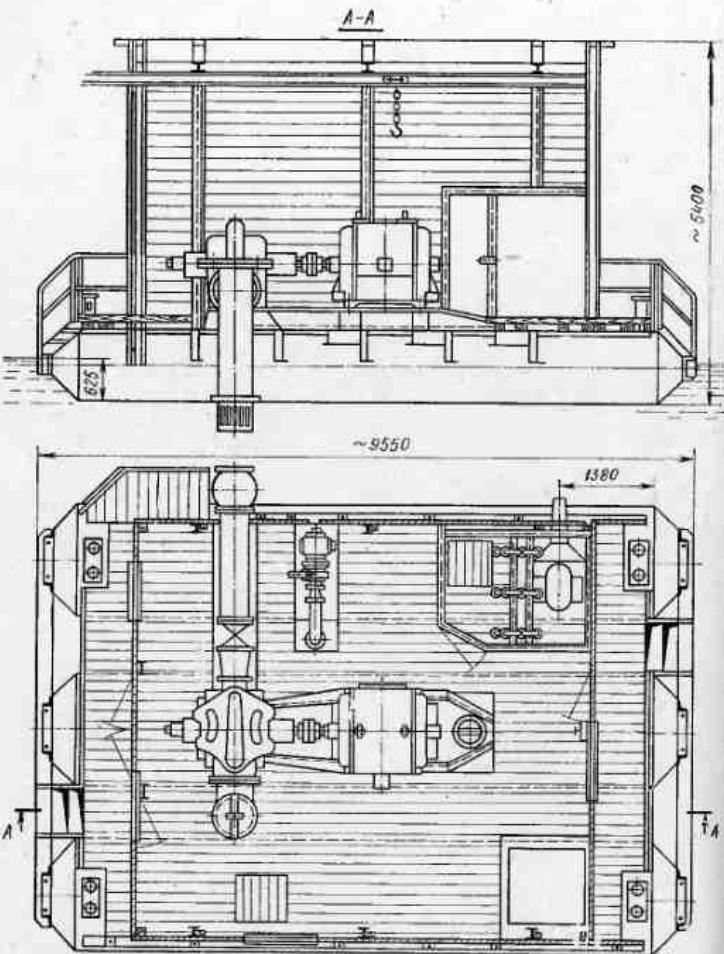


Рис. 17. Насосная установка на поплавках от плавучего пульпопровода

Насосные установки имеют установленную мощность, нередко измеряемую тысячами киловатт, поэтому они требуют квалифицированного обслуживания. На крупных насосных установках обязанности персонала определяют специальными должностными инструкциями.

Для нормальной и безопасной эксплуатации насосных установок они должны иметь надежные средства двусторонней связи.

5. Электроснабжение оборудования

Электропривод имеет перед другими системами привода следующие технические преимущества:

простоту устройства электрических двигателей;

широкий диапазон мощностей двигателей, допускающих их использование для любых механизмов практически без всякого ограничения;

возможность дистанционного управления;

удобство регулирования скорости;

широкие возможности автоматизации управления.

На установках гидромеханизации применяют как асинхронные, так и синхронные электродвигатели.

В последние годы наблюдается широкое внедрение синхронных двигателей.

При гидромеханизации земляных работ основными потребителями электроэнергии являются грунтовые насосы землесосных снарядов и установок, а также центробежные насосы, питывающие гидромониторы.

В большинстве случаев эти электродвигатели работают на напряжении в 6000 В (трехфазный переменный ток).

Электрические двигатели насосов вспомогательного водоснабжения и других вспомогательных механизмов работают на напряжении 380 В. Освещение в зависимости от назначения работает на 220, 127, 60 и 12 В.

На напряжении 380—220 В работают приводы рыхлителей грунтозаборных устройств, если их мощность не превышает 120—150 кВт.

Электроснабжение по степени надежности делится на три категории (табл. 6).

Установки гидромеханизации чаще всего относятся к третьей категории. Однако в отдельных случаях они могут быть отнесены ко второй и даже к первой категории, например, работа крупных земснарядов в сложных зимних условиях, работа, связанная с ответственным водоотливом, и т. п.

Требования к энергоснабжению в зимний период сводятся к обеспечению повышенной надежности. Особое значение в зимних условиях приобретает надежность связи земснаряда с распределительными устройствами энергосистемы и диспетчерской службой.

Рекомендуется широкое применение двусторонней радиосвязи

Важным показателем, характеризующим электроприемники, является коэффициент мощности $\cos \varphi$, который согласно действующим нормам должен быть не ниже 0,92—0,95; использование на установках синхронных электродвигателей позволит легко достигнуть требуемого значения $\cos \varphi$.

В связи с тяжелыми условиями эксплуатации крупных электрических двигателей гидроустановок необходимо предъявлять серьез-

Классификация систем электроснабжения по степени надежности

Категория	Последствия отключения	Допустимая продолжительность отключения
Первая	Опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству, нарушение особо важных элементов городского хозяйства	На время срабатывания устройств автоматического включения резервного источника питания
Вторая	Недостаточный выпуск массовой продукции. Простой рабочих или промышленного транспорта	На время, необходимое для оперативного переключения потребителей электроэнергии действиями персонала
Третья	Простой различных производств, не подходящих к первой и второй категориям	На время ремонтных работ продолжительностью не более суток

ные требования к защите их, т. е. к надежной работе устройств, автоматически оповещающих обслуживающий персонал или отключающих электросеть при возникновении ненормальных или аварийных режимов.

В гидромеханизации применяют следующие основные виды защиты:

а) защиту двигателей: от перегрузки; от токов короткого замыкания; от минимального напряжения;

б) защиту силовых трансформаторов: максимальную токовую от токов короткого замыкания; газовую;

в) защиту воздушных и кабельных линий: максимальную токовую; от токов замыкания на землю.

Выбор типов защиты и соответствующей аппаратуры подлежит согласованию с энергоснабжающей организацией.

Главными электрическими цепями называют цепи, непосредственно несущие силовую нагрузку на рабочем напряжении.

Схемы главных цепей внешнего и внутреннего электроснабжения установок гидромеханизации разрабатываются специальным проектом, подлежащим утверждению в установленном порядке.

Различают магистральную и радиальную систему питания установок гидромеханизации. При магистральной системе по длине линии подключено несколько установок гидромеханизации. Достоинствами такой системы подключения являются относительная простота и соответственно меньшая стоимость по сравнению с радиальной.

Таблица

При радиальной системе подключения каждая линия питает только одну установку гидромеханизации. Такая система, обладая большой надежностью, требует большого количества аппаратуры и существенно больших капитальных вложений.

При единичной мощности землянок, превышающей 2000 кВт, рекомендуется радиальная схема энергопитания.

Подключение землесосных снарядов к главным цепям с напряжением 6 кВ осуществляется гибким кабелем с резиновой изоляцией типа ГПШ (трехжильным с резиновой изоляцией и экранирующей сеткой) или КШВГ (четырехжильным с заземляющей жилой). Гибкие кабели с резиновой изоляцией сращиваются в специальных соединительных клеммных ящиках, обеспечивающих защиту от механических повреждений и дождя. Иногда применяют соединение с последующей вулканизацией.

Кабель прокладывают по понтонам плавучего пульпопровода в специальных желобах. Береговые участки гибкого кабеля укладываются на козелки-подставки, устанавливаемые с такой частотой, чтобы кабель не лежал на земле.

В месте перехода воздушной линии 6 кВ на кабель устанавливают специальные шкафы берегового подключения, представляющие собой блок выключателей, приборов защиты и учета электроэнергии.

Различают понятия расчетной мощности P_p и установленной мощности P_u :

$$P_p = \frac{K_s P_u}{\eta_s \eta_c} \quad (4)$$

где K_s — коэффициент загрузки двигателя;

η_s — к. п. д. двигателя при данной загрузке;

η_c — усредненный к. п. д. (с учетом потерь в распределительной сети).

Таблица 7

Коэффициенты спроса

Токоприемники	Коэффициент спроса K_c
Землесосные снаряды и перекачивающие станции при количестве рабочих установок до двух	0,8—0,85
То же, при числе установок до пяти	0,75—0,8
То же, при числе установок до десяти	0,65—0,7
То же, при числе установок более десяти	0,6—0,65
Насосы, пытающие гидромонитор	0,8
Насосы общего назначения	0,65—0,7
Экскаваторы	0,45—0,5
Транспортеры	0,5—0,6
Краны и прочие грузоподъемные механизмы	0,2—0,3
Сварочные трансформаторы	0,35—0,4
Механические мастерские	0,4
Освещение	0,8

Общую расчетную мощность группы двигателей P_p определяют по формуле

$$P_p = K_c \sum_{i=1}^n P_{y,i},$$

где K_c — обобщенный коэффициент спроса. При отсутствии специальных расчетов для определения K_c можно пользоваться табл. 7.

При отсутствии соответствующих проектов для определения расхода мощности на освещение рекомендуется пользоваться данными табл. 8.

Таблица

Расход мощности на освещение

Потребитель	Удельная израсходованная мощность, кВт/м ³
Машины помещения установок гидромеханизации	12
Проходы и вспомогательные помещения	8
Забои в карьерах гидромеханизации	4
Плавучие пульпопроводы	7,5—8
Трансформаторные подстанции и распределительства	12
Механические и ремонтные цехи (общее освещение)	10—12
Площадки намыва профильных земляных сооружений	0,5—0,8
Площадки грунтоотвалов	0,12—0,15

6. Вспомогательные и подготовительные работы

Производство земляных работ способом гидромеханизации связано с выполнением больших объемов вспомогательных и подготовительных работ. Все подготовительные и часть вспомогательных работ могут выполняться только по специальным проектам.

До начала производства основных работ выполняют подготовительные работы, связанные с разработкой, перемещением и укладкой грунта.

К подготовительным работам относят также перебазирование основного оборудования и других материальных ресурсов, монтаж оборудования на месте его работы, строительство всевозможных трубопроводных коммуникаций, строительство электросетей и подстанций, устройство системы отвода осветленной воды и дренажей, строительство зданий стационарных насосных и землесосных установок и перекачивающих станций, подготовку оснований под насыщенные сооружения, возведение первичных обвалований, вскрыши карьеров, подготовку пионерных котлованов, устройство связи, строительство ремонтно-механических баз и т. д.

К вспомогательным работам в соответствии с номенклатурой СНиП относятся: обвалование карт намыва при возведении земляного сооружения, перекладка всевозможных трубопроводов, уборка корней и валунов в забое, передвижка гидромониторов и земснарядов в забое, заделка водосбросных колодцев и труб.

Транспортные средства, бульдозеры и краны-трубоукладчики при вспомогательных работах по гидромеханизации эксплуатируются в исключительно тяжелых условиях, обусловленных характером сооружений и природными факторами.

Ходовая часть этих механизмов работает, как правило, в высокобразивном, насыщенном водой грунте, поэтому вопросам организации правильного обслуживания этих машин должно быть уделено особое внимание. В первую очередь должны быть приняты меры по бесперебойному обеспечению машин всеми необходимыми запасными частями.

Обслуживание землесосных снарядов осуществляется комплексными бригадами. Опыт работы передовых комплексных бригад убедительно показал преимущества этого метода; он дает сокращение простоев и повышение производительности труда.

Комплексная бригада состоит из лиц, обслуживающих землесосный снаряд, и лиц, обеспечивающих приемку грунта на картах намыва, а также выполнение всех вспомогательных работ. Все члены бригады в равной мере заинтересованы в наиболее производительной работе комплекса, так как это непосредственно связано с размерами заработка бригады.

В комплексной бригаде начальник земснаряда или машинист-багермейстер (он же бригадир) непосредственно руководит возведением сооружения. Получив в свое распоряжение значительное количество людей и вспомогательные механизмы, он в состоянии самостоятельно влиять на сокращение простоев и повышение производительности земснаряда.

ГЛАВА III ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВЫБОРУ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

1. Основные положения

Производство земляных работ способом гидромеханизации должно осуществляться в соответствии с заранее разработанными проектами производства работ.

При разработке проекта производства работ необходимо учитывать:

номенклатуру машин и оборудования, имеющихся в распоряжении строительной организации, или возможность получения того или иного оборудования из других источников;

способ доставки необходимого оборудования к месту работ; наличие и возможность получения в районе работ электрической энергии;

наличие характеристику источников водоснабжения;

наличие в районе работ ремонтно-механических предприятий, возможность размещения на них заказов на ремонт средств механизации; заданные сроки работ.

2. Выбор гидромониторов

Количество и водопроизводительность гидромониторов определяются расчетом исходя из общего объема работ и требуемой интенсивности их выполнения, характера грунта и геометрических параметров забоя.

При выборе водопроизводительности гидромонитора следует помнить, что фактическая производительность по грунту одного большого гидромонитора будет всегда больше двух гидромониторов с суммарной водопроизводительностью. Однако следует иметь в виду, что в низких забоях при большой частоте передвижек работы небольших гидромониторов может оказаться эффективней, потому что передвижка одного крупного гидромонитора более трудоемка.

Гидромониторы снабжают комплектом насадок. При выборе высокого диаметра гидромонитора по водопроизводительности не рекомендуется ориентироваться на самые большие насадки в комплексе, так как это ведет к резкому увеличению потерь в гидромониторе.

Выбирая тип гидромонитора по конструкции уплотняющих устройств в шарнирах, предпочтение следует отдавать конструкции с сальниковыми уплотнениями или последним моделям с самоуплотняющимися резиновыми манжетами как более надежным.

Мониторы с кожаными прокладками применять не рекомендуется.

В последнее время широкое применение находят гидромониторы с дистанционным управлением. Разгружая гидромониторщика физических усилий, такие гидромониторы позволяют более внимательно следить за процессом размыва грунта, что в свою очередь приводит к повышению производительности по размыву; кроме того, дистанционное управление гидромониторами предпочтительно и соображениям техники безопасности.

Чаще всего применяют землесосные установки, смонтированные на пне. Обслуживание таких установок в основном сводится к регулированию глубины опускания всасывающей трубы грунтового сюса.

При дистанционном управлении гидромонитором возможно объединение профессий гидромониторщика и зумпновщика (рабочего, регулирующего глубину опускания всасывающей трубы грунтового сюса). Такое объединение способствует интенсификации работ в гидромониторном забое, так как необходимость в тех или иных манипуляциях со всасывающей трубой непосредственно связана с работой гидромонитора в забое.

При выборе забойных установок (гидромонитора и землесосной установки) рекомендуется объединение управления гидромонитором и всасывающей трубой на одном пульте.

В больших гидромониторных забоях возможна работа нескольких землесосных установок: при этом на каждой землесосной установке должны находиться один или два гидромонитора. Большое количество одновременно работающих гидромониторов на одну землесосную установку применять не рекомендуется.

При выборе типа насосной установки предпочтение следует отдавать плавучим установкам. При укомплектовании насосной установки насосами следует руководствоваться следующими правилами:
все насосы должны быть по возможности однотипными;
предпочтение следует отдавать одноступенчатым насосам;
желательно, чтобы частота вращения рабочего колеса насоса была не больше 1500 об/мин;
предпочтение следует отдавать насосам на подшипниках качения как более надежным и простым в эксплуатации.
На гидромеханизированных работах хорошо зарекомендовали себя насосы типа НДС.

3. Выбор землесосных снарядов

Для выбора земснаряда, оптимально отвечающего данной конкретной обстановке, необходимо учитывать ряд факторов: дальность транспортирования грунта и геометрическую высоту подъема; величину подводного и надводного забоя; ширину прорези; содержание в грунте крупнобломочных фракций и других включений; абразивные свойства грунтов; консистенцию пульпы, а также требования последующих звеньев технологической цепи, в которой работает земснаряд.

Задача оптимального выбора земснаряда может быть решена только при всестороннем рассмотрении конкретных условий и составлении ряда сравнительных технико-экономических расчетов.

При выборе землесосных снарядов для работ на конкретном строительном объекте необходимо обосновать требуемые следующие параметры и характеристику снаряда: производительность земснаряда, максимальную глубину разработки грунта, ширину прорези, максимальный напор, развиваемый грунтовым насосом, род привода грунтового насоса, тип и мощность разрывающего устройства, папильонажные устройства, требования к плавучему пульпопроводу.

Сопоставление усредненных технико-экономических показателей работы земснарядов разных производительностей показывает, что чем крупнее снаряд, тем выше его эффективность.

Следует к тому же учитывать, что крупные земснаряды могут разрабатывать грунт на большей глубине, чем малые, поэтому при разработке глубоких котлованов приходится часто принимать крупные машины даже при относительно небольших объемах работ.

Однако в конкретных производственных условиях предпочтение может быть отдано более мелким земснарядам. Кроме факторов, непосредственно влияющих на стоимость единицы работ, при выборе производительности снаряда необходимо учитывать следующие обстоятельства.

Если весь объем работ выполняется одним земснарядом, то при аварийном выходе его из строя убытки будут более значительными, чем при выходе одного из двух или нескольких снарядов меньшей производительности.

Крупные земснаряды не удобны для выполнения рассредоточенных объемов работ даже в том случае, если общая сумма работ будет достигать значительной величины.

Крупными земснарядами трудно вести намывные работы при ограниченном фронте намыва.

Крупные земснаряды не пригодны для работы на малых газах и для выполнения узких прорезей.

Эти земснаряды значительно сложнее обеспечить электрической энергией.

Использование крупных земснарядов требует более высокой квалификации обслуживающего персонала.

Обеспечение запчастями мелких снарядов зачастую удается организовать силами собственных мастерских строительства, а то и как запчасти для крупных снарядов должны изготавливаться снаружи и обеспечение ими гораздо сложнее.

Так как решающим фактором при выборе земснаряда по производительности является объем работ, то для предварительного определения типа и количества необходимых земснарядов можно пользоваться табл. 9.

Таблица 9

Количество землесосных снарядов

Объем работ в сезон, тыс. м ³	Рекомендуемое количество земснарядов при диаметре всасывающего патрубка грунтового насоса, мм				
	200	300	500	600	800
100	1	—	—	—	—
200	—	2 или 1	—	—	—
500	—	—	2 или 1	—	—
1000	—	—	4 » 2	—	—
2000	—	—	—	3 или 2	—
5000	—	—	—	4 или 2	—
10 000	—	—	—	8 » 3	—

Глубина опускания грунтозаборных устройств в оптимальном случае должна несколько превышать глубину деловой выемки, задаваемой проектом сооружения.

При разработке глубоких котлованов и возможности понижения уровня воды в котловане работу можно вести в несколько ярусов. В этих случаях оптимальная глубина разработки земснарядом должна увязываться с глубиной одного яруса. При разработке резервов (неделовая выемка) или карьеров глубину разработки определяют на основании геологических данных или получением определенного объема грунта с заданной площади.

Выбранная предельная глубина разработки грунта в некоторых случаях влияет на дальность транспортирования и таким образом на экономическую эффективность процесса.

Так, при малой ширине полигона, например, при разработке рулевых песчано-гравийных месторождений и при намыве земляных сооружений, увеличением глубины разработки можно достигнуть сокращения дальности доставки материала. Однако при это-

возрастает стоимость землесосного снаряда, удорожается доставка снаряда к месту работ и т. д. Таким образом, окончательное решение о выборе земснаряда по глубине разработки может быть принято только путем всестороннего технико-экономического анализа.

Одним из главных параметров земснаряда является напор, создаваемый грунтовым насосом. Этот параметр определяется неравенством:

$$H > \Sigma h_{\text{гид}} + h_{\text{геом}} \gamma_{\text{пульпы}} m \text{ вод. ст.}, \quad (6)$$

где H — полный напор, развиваемый грунтовым насосом, м вод. ст.;

$h_{\text{гид}}$ — гидравлические потери в пульнопроводах, м вод. ст.;

$h_{\text{геом}}$ — разность отметок выдачи пульпы и уровня воды в водоеме, в котором плавает землесосный снаряд, м;

$\gamma_{\text{пульпы}}$ — объемная масса пульпы.

В неравенство (6) должны подставляться максимальные из возможных значений этих слагаемых. Это особенно важно потому, что работа грунтового насоса при напорах, превышающих оптимальный, может перейти в неустойчивую зону вследствие незначительной крутизны его характеристики $Q-H$ (см. гл. V).

При работе земснаряда в неустойчивой зоне незначительные изменения сопротивлений могут снизить его производительность до величины, близкой к нулю, что в свою очередь может вызвать закупорку пульнопровода.

Часто невозможно подобрать земснаряд с достаточным напором грунтового насоса, поэтому появляется необходимость включать перекачивающие станции; их соединение осуществляется последовательно.

В общем случае наиболее рациональным приводом земснарядов является электрический; иногда оказывается целесообразным сооружение временных электростанций. Так, например, крупные землесосные снаряды на строительстве Цимлянского гидроузла вначале работали от двух энергопоездов общей мощностью около 8000 кВт.

В качестве автономного двигателя для земснарядов чаще всего применяют дизели. В СССР землесосные снаряды для строительных целей с дизельным приводом строят только небольших производительностей (до 100—150 м³/ч). Построен головной образец дизельного земснаряда производительностью 250 м³/ч грунта. Из этого следует, что выбор типа двигателя привода для земснаряда имеет практический смысл только при малой или средней их производительности. Для крупных снарядов этот вопрос пока решается однозначно.

Выбор мощности и типа разрыхляющего устройства непосредственно связан с характером грунтов, для разработки которых предназначается земснаряд.

Наибольшее распространение имеют грунтозаборные устройства с фрезерными разрыхлителями. Другие типы грунтозаборных устройств, описанные ниже, следует рассматривать как сменимое оборудование, применяемое в особых случаях.

При определении мощности разрыхлителя следует пользоваться показателями, приведенными в гл. VI. Там же рассмотрен вопрос о рациональной конструкции грунтозаборного устройства.

Существуют две основные схемы рабочих перемещений (папильонирования) земснарядов: канатное и свайное папильонирование. Первый способ более трудоемкий, требует плавательных средств для завозки якорей и, следовательно, большого числа обслуживающего персонала.

Канатное папильонирование нашло себе широкое применение при дноуглубительных работах, так как обеспечивает возможность быстрого отвода снаряда при необходимости пропуска какого-либо судна.

При строительных работах предпочтительнее земснаряды со святым папильонированием, так как эти снаряды проще в эксплуатации и имеют всего пять лебедочных барабанов вместо семи при канатном папильонаже. Свайный папильонаж позволяет более точно по сравнению с канатным координировать движение землесосных снарядов.

Вопрос о выборе системы рабочих перемещений приобретает особое значение при разработке тяжелых грунтов. В этом случае канатное папильонирование (с напорным святым ходом) имеет бесспорные преимущества.

Одним из важных является вопрос доставки землесосного снаряда к месту работ. Он требует тщательного изучения еще до выдачи заказа заводу на постройку снаряда.

Простейшим способом доставки является буксировка земснаряда по воде; в этом случае при заказе снаряда должны быть увязаны максимально допустимые осадки и габариты судна. В целях уменьшения осадки и габаритов иногда предусматривается частичный демонтаж оборудования земснаряда. При доставке по морю должны составляться дополнительные задания на конвертовку, т. е. пристыкование земснаряда к морскому плаванию.

В тех случаях когда земснаряд не может быть доставлен по воде следует переходить на разборные конструкции.

Крупные земснаряды, особенно предназначенные для дноуглубительных работ в морских каналах и портах, нередко изготавливают с двигателями, обеспечивающими их самостоятельное перемещение по водным путям на значительные расстояния. В условиях строительных работ такие снаряды используют в исключительных случаях.

Иногда применяют принцип самоходности и для самых мелких снарядов. Так, например, дизельные землесосные снаряды 4ПЗУ могут передвигаться под действием реакции струи, выбрасываемой через напорный патрубок, к которому во время работы подсоединен плавучий пульпопровод.

Вопрос о самоходности земснаряда решается в зависимости от конкретных условий его эксплуатации. Если снаряд в процессе работы перемещается из одной точки в другую, то оснащение снаряда двигательными устройствами может оказаться целесообразным.

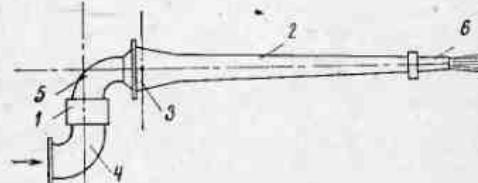
ГЛАВА IV ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ГИДРОМОНИТОРНЫХ РАБОТ

1. Гидромониторы

Как видно на принципиальной конструктивной схеме гидромонитора (рис. 18), вода подводится к нижнему колену, затем поступает в верхнее колено, к которому подсоединен конический ствол с напорной насадкой.

Рис. 18. Принципиальная схема гидромонитора

1 — шарниры; 2 — ствол; 4 — нижнее колено; 5 — верхнее колено; 6 — насадка



Проточная часть гидромонитора (нижнее колено, верхнее колено, ствол и насадка) запроектирована так, чтобы с минимальными гидравлическими потерями создать компактную струю воды. Шарниры обеспечивают возможность направления этой струи в нужную точку забоя для размыва грунта.

Шарниры имеют взаимно перпендикулярные оси. Первый шарнир позволяет поворачивать ствол в горизонтальной плоскости на полную окружность. Второй шарнир служит для изменения угла наклона ствола в вертикальной плоскости.

В эксплуатации находится достаточно большое количество гидромониторов разных типов, часть которых в настоящее время снята с производства.

Гидромонитор ГМН-250 (рис. 19) является усовершенствованной моделью гидромонитора ГМ-2. Эта модель имеет значительно увеличенные радиусы закруглений верхнего и нижнего колен, уменьшенную массу.

В настоящей модели гидромонитора существенно улучшено качество струи, уменьшены гидравлические потери, а также облегчено управление. Вращение ствола в горизонтальной плоскости обеспечивается вертикальным шарниром специальной конструкции: к верхнему концу нижнего колена приварено кольцо с резьбой. На это кольцо навинчивается опорный фланец. Такая конструкция позволяет иметь неразрезными кольца шарикоподшипника, воспринимаю-

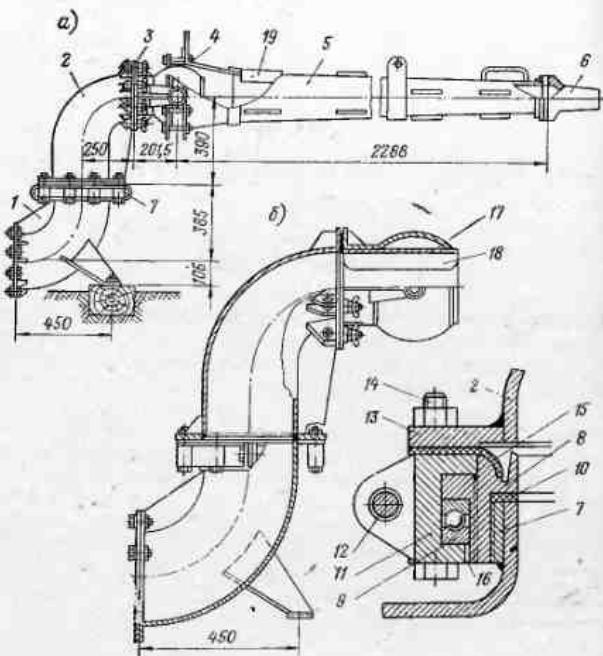


Рис. 19. Гидромонитор ГМН-250

a — общий вид; *b* — верхнее, нижнее колено и вертикальный шарнир; 1 — нижнее колено; 2 — верхнее колено; 3 — разъемное соединение; 4 — шаровой шарнир; 5 — ствол; 6 — насадка; 7 — кольцо с резьбой; 8 — опорный фланец; 9 — шарикоподшипник; 10 — прокладка; 11 — обойма; 12 — болты; 13 — фланец; 14 — болты; 15 — прокладка; 16 — отверстие; 17 — труба; 18 — ребро в шаре; 19 — ребро в стволе

щего довольно значительные усилия, отрывающие верхнее колено от нижнего. Это усовершенствование было с успехом применено уже на гидромониторе ГМ-2 и по сравнению со старыми моделями существенно увеличило герметичность и срок службы всего шарнира. Для исключения утечки воды через резьбовое соединение кольца и фланца служит прокладка. Отвинчиванию кольца препятствует специальное стопорное устройство. Обойма разрезана по диаметру на две половины, которые стянуты между собой болтами. Между

обоймой и фланцем верхнего колена болтами зажата самоуплотняющаяся кожаная прокладка. Эта прокладка перекрывает зазор между опорным фланцем и обоймой. Отверстия служат для отвода воды, просачивающейся через прокладку. Эти отверстия защищают подшипник от воды. Шаровой шарнир гидромонитора имеет нормальное сальниковое уплотнение. Горизонтальная ось, поворотами вокруг которой может подниматься и опускаться ствол гидромонитора, образуется двумя цапфами, расположенными по линии горизонтального диаметра шара. Упомянутая выше разборность гидромонитора достигается при помощи фланцевого соединения, уплотняемого восьмью откидными болтами с барашками. Для точной центровки соединения в соединяемых фланцах имеются еще два отверстия, в которые вставляются направляющие штири.

Для уменьшения гидравлических потерь в шар вставлен отрезок трубы. Для борьбы с закручиванием, снижающим компактность струи, вылетающей из гидромонитора, в шаре и коническом стволе имеются по три ребра. Такие ребра делаются в гидромониторах всех типов. Направление ребер должно быть параллельно оси ствола монитора. Техническая характеристика гидромониторов типа ГМН приведена в табл. 10.

Гидромонитор ГМН-250С (рис. 20) является усовершенствованной конструкцией гидромонитора ГМН-250 и отличается устройством вертикального шарнира. Кожаная уплотняющая прокладка в этом шарнире заменена сальниковым уплотнением. Кроме того, в этой модели устранено быстроразъемное соединение верхнего колена с шаровым шарниром, как не оправдавшее себя в эксплуатации.

На кольцо нижнего колена навинчено кольцо, застопоренное винтами. К фланцу верхнего колена на болтах крепится обойма, разрезанная по диаметру на две половины, соединяемые между собой болтами. Уплотнение шарнира обеспечивается сальниковым устройством.

Усилия, отрывающие верхнее колено от нижнего, воспринимает шарикоподшипник. Гидромониторы ГМН-250С хорошо зарекомендовали себя на производстве.

Гидромонитор ГМН-250С с гидравлическим управлением показан на рис. 21. Гидромонитор управляется с пульта, который может быть удален на расстояние до 50 м. На пульте установлены масляный насос с электромотором и краны управления.

Гидромониторы связаны с насосом резиновыми шлангами. Гидроцилиндр служит для поворотов гидромонитора вокруг вертикальной оси, гидроцилиндр может также поднимать и опускать ствол гидромонитора.

Гидромонитор ГМН-250С с дистанционным электромеханическим управлением получил достаточно широкое распространение (рис. 22).

Проточная часть и конструкция вертикального и шарового шарнира этого гидромонитора ничем не отличаются от описанных выше моделей гидромониторов ГМН-250С. Гидромонитор укреплен на металлических салазках. Повороты относительно вертикальной оси осуществляются электрическим двигателем через редуктор и открытую червячную пару. Изменение наклона ствола к горизонту, т. е. повороты ствола в шаровом шарнире в вертикальной плоскости, осуществляются электрическим двигателем через червячный редуктор и винтовую пару. Очевидно, что при ввинчивании винта в гай-

В настоящей модели гидромонитора существенно улучшено качество струи, уменьшены гидравлические потери, а также облегчено управление. Вращение стиола в горизонтальной плоскости обеспечивается вертикальным шарниром специальной конструкции: к верхнему концу нижнего колена приварено кольцо с резьбой. На это кольцо навинчивается опорный фланец. Такая конструкция позволяет иметь неразрезными кольца шарикоподшипника, воспринимающими

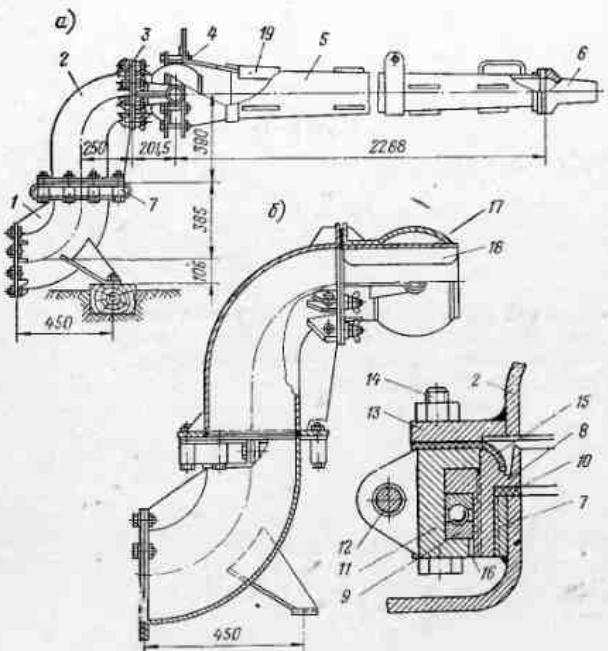


Рис. 19. Гидромонитор ГМН-250

a — общий вид; *b* — верхнее, нижнее колено и вертикальный шарнир; 1 — нижнее колено; 2 — верхнее колено; 3 — разъемное соединение; 4 — шаровой шарнир; 5 — ствол; 6 — насадка; 7 — кольцо с резьбой; 8 — опорный фланец; 9 — шарикоподшипник; 10 — прокладка; 11 — обойма; 12 — болты; 13 — фланец; 14 — болты; 15 — прокладка; 16 — отверстие; 17 — труба; 18 — ребро в шаре; 19 — ребро в стволе

щего довольно значительные усилия, отрывающие верхнее колено от нижнего. Это усовершенствование было с успехом применено уже на гидромониторе ГМ-2 и по сравнению со старыми моделями существенно увеличило герметичность и срок службы всего шарнира. Для исключения утечки воды через резьбовое соединение кольца и фланца служит прокладка. Отвинчиванию кольца препятствует специальное стопорное устройство. Обойма разрезана по диаметру на две половины, которые скреплены между собой болтами. Между

обоймой и фланцем верхнего колена болтами зажата самоуплотняющаяся кожаная прокладка. Эта прокладка перекрывает зазор между опорным фланцем и обоймой. Отверстия служат для отвода воды, просочившейся через прокладку. Эти отверстия защищают подшипник от воды. Шаровой шарнир гидромонитора имеет нормальное сальниковое уплотнение. Горизонтальная ось, поворотами вокруг которой может подниматься и опускаться ствол гидромонитора, обрамляется двумя цапфами, расположенным по линии горизонтального диаметра шара. Упомянутая выше разборность гидромонитора достигается при помощи фланцевого соединения, уплотняемого восемью откидными болтами с барабанками. Для точной центровки соединения в соединяемых фланцах имеются еще два отверстия, в которые вставляются направляющие штыри.

Для уменьшения гидравлических потерь в шар вставлен отрезок трубы. Для борьбы с закручиванием, снижающим компактность струи, вылетающей из гидромонитора, в шаре и коническом стволе имеются по три ребра. Такие ребра делаются в гидромониторах всех типов. Направление ребер должно быть параллельно оси ствола монитора. Техническая характеристика гидромониторов типа ГМН приведена в табл. 10.

Гидромонитор ГМН-250С (рис. 20) является усовершенствованной конструкцией гидромонитора ГМН-250 и отличается устройством вертикального шарнира. Кожаная уплотняющая прокладка в этом шарнире заменена сальниковым уплотнением. Кроме того, в этой модели устранено быстроразъемное соединение верхнего колена с шаровым шарниром, как не оправдавшее себя в эксплуатации.

На кольцо нижнего колена навинчено кольцо, застопоренное интами. К фланцу верхнего колена на болтах крепится обойма, разрезанная по диаметру на две половины, соединяемые между собой болтами. Уплотнение шарнира обеспечивается сальниковым устройством.

Усилия, отрывающие верхнее колено от нижнего, воспринимает шарикоподшипник. Гидромониторы ГМН-250С хорошо зарекомендовали себя на производстве.

Гидромонитор ГМН-250С с гидравлическим управлением показан на рис. 21. Гидромонитор управляет с пульта, который может быть удален на расстояние до 50 м. На пульте установлены масляный насос с электромотором и краны управления.

Гидромониторы связаны с насосом резиновыми шлангами. Гидроцилиндр служит для поворотов гидромонитора вокруг вертикальной оси, гидроцилиндр может также поднимать и опускать ствол гидромонитора.

Гидромонитор ГМН-250С с дистанционным электромеханическим управлением получил достаточно широкое распространение (рис. 22).

Проточная часть и конструкция вертикального и шарового шарнира этого гидромонитора ничем не отличаются от описанных выше моделей гидромониторов ГМН-250С. Гидромонитор укреплен на металлических салазках. Повороты относительно вертикальной оси осуществляются электрическим двигателем через редуктор и открытую червячную пару. Изменение наклона ствола к горизонту, т. е. повороты ствола в шаровом шарнире в вертикальной плоскости, осуществляются электрическим двигателем через червячный редуктор и винтовую пару. Очевидно, что при ввинчивании винта в гай-

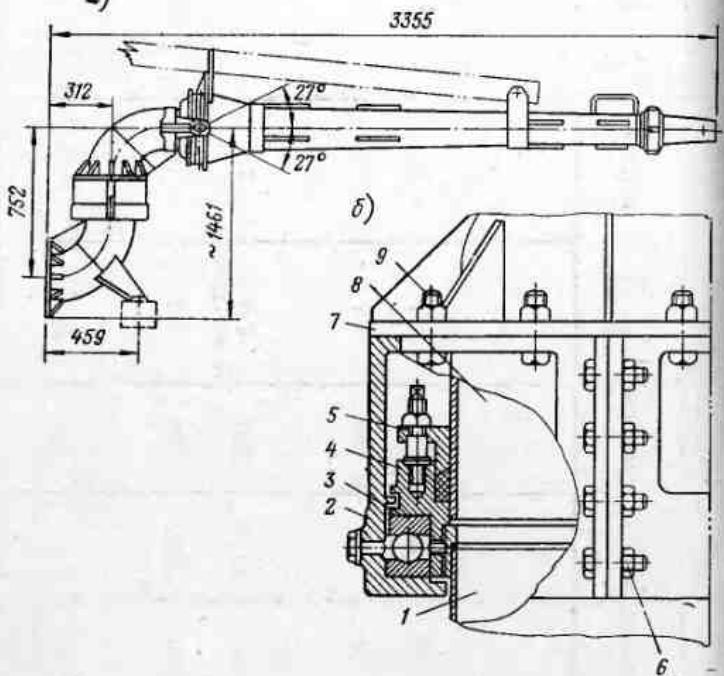
Техническая характеристика гидромониторов

Показатели	Тип гидромонитора							
	ГМН-250С марки Г8	ГМН-250	ГМН-250С	ГМН-250С с гидрав- лическим управле- нием	ГМЦ-250М	ГМДУ-300 марок Г9 и Г10	ГМД-250	ГМ-350 (175-150)
Диаметр входного отверстия, мм	250	250	250	250	250	300	250	500
Рабочее давление у насадки, МПа	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	3	1—2,5	2
Максимальный расход через гидромонитор, м ³ /ч	1530	1550	1550	1550	2000	3820	2750	4500
Система управления	Дистанционная, электрическая	Ручная	Гидравлическая	Электро-гидравлическая	Дистанционная, электрическая	Дистанционная, гидравлическая	Дистанционная, гидравлическая	Дистанционная, гидравлическая
Диаметры сменных насадок, мм	50; 60; 70; 90; 100	52—65—75—90—100	52—65—75—90—100	52—65—75—90—100	63—89—100—110	100; 115; 125; 140	90; 100; 100; 125	150; 155; 160; 165; 175
Угол поворота ствола в горизонтальной плоскости, град	360	360	360	360	120	—	360	120—360
								270

Продолжение табл. 10

Показатели	Тип гидромонитора							
	ГМН-250С марки Г8	ГМН-250	ГМН-250С	ГМН-250С с гидрав- лическим управле- нием	ГМЦ-250М	ГМДУ-300 марок Г9 и Г10	ГМД-250	ГМ-350 (175-150)
Угол поворота ствола в вертикальной плоскости, град:								
вверху	27	32	27	54	30	27	30	26
внизу	27	18	27	27	31	27	30	10
Длина без насадки, мм:								
полная	3950 (с насадкой)	3355	3050	4100	3600	5060 (с насадкой)	4200	5500
ствола	—	2228	2285	2285	2150	2500	2320	2700
Масса со штампованными салазками, кг	768	182	187	230	660	2820	1035	3000

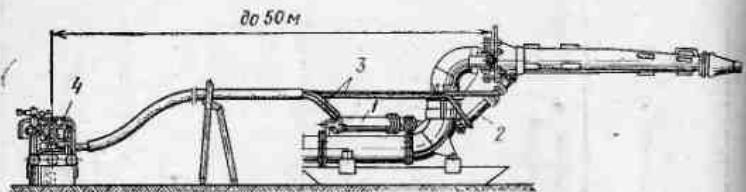
а)



3355

Рис. 20. Гидромонитор ГМН-250С

а — общий вид гидромонитора; б — вертикальный шарнир гидромонитора;
1 — нижнее колено; 2 — обойма; 3 — шарикоподшипники; 4 — кольцо; 5 —
нажимная крышка сальника; 6 — болт стяжной; 7 — фланец верхнего ко-
лена; 8 — верхнее колено; 9 — болты

Рис. 21. Гидромонитор ГМН-250С с гидравлическим управлением
1, 2 — гидроцилиндры управления; 3 — шланги; 4 — пульт управления

ку ствол поднимается и, наоборот, при вывинчивании — опускается. Электрический привод управления наклоном ствола оборудован конечными выключателями, отключающими привод в крайних положениях.

Гидромонитор отличается простотой и надежностью конструкции, его техническая характеристика приведена в табл. 10.

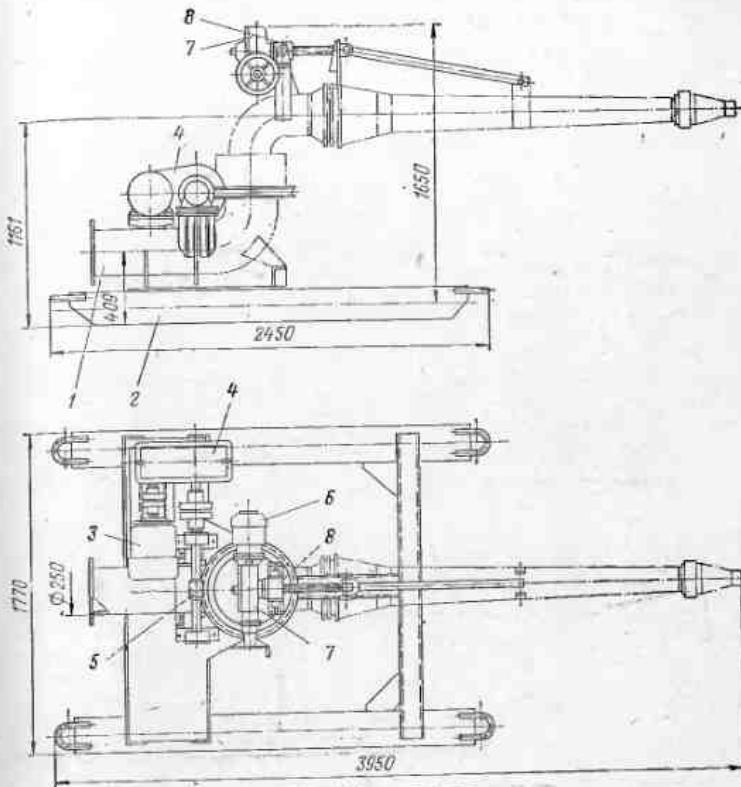


Рис. 22. Гидромонитор ГМН-250С с дистанционным электромеханическим управлением

1 — гидромонитор; 2 — салазки; 3 — электрический двигатель; 4 — редуктор;
5 — червячная пара; 6 — электрический двигатель; 7 — червячный редуктор;
8 — винтовая пара

Гидромонитор ГМДУ-300 (рис. 23) с дистанционным электромеханическим управлением по своей конструкции аналогичен гидромонитору ГМН-250С, но имеет большую водопроизводительность; входной диаметр его увеличен до 300 мм, а водопроизводительность — до 3500 м³/ч.

В соответствии с возросшими нагрузками усиlena конструкция вертикального шарнира. Шариковый подшипник заменен двумя радиально-упорными подшипниками, шарнир снабжен резиновыми самоуплотняющимися манжетами.

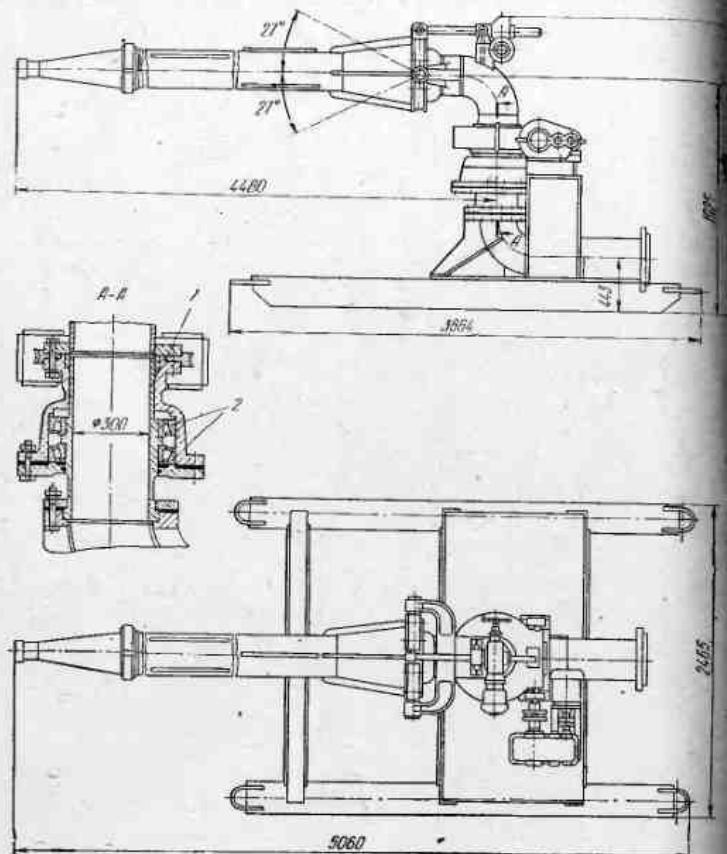


Рис. 23. Гидромонитор ГМДУ-300 с дистанционным электромеханическим управлением. По А—А показана конструкция шарнира и уплотнения, обеспечивающая повороты ствола гидромонитора вокруг вертикальной оси
1 — самоуплотняющиеся манжеты; 2 — радиально-упорные подшипники

Эти гидромониторы изготавливаются трестом «Гидромеханизация» Минмонтажспецстроя СССР. Техническая характеристика приведена в табл. 10.

Гидромонитор ГМЦ-250М (рис. 24) имеет гидравлическое управление. Вращение относительно вертикальной оси осуществляется гид-

равлическим цилиндром в шарнире. Особая конструкция гидравлического зажима позволяет осуществлять этот поворот на полную окружность. Один полный ход штока цилиндра соответствует повороту гидромонитора на угол 20° .

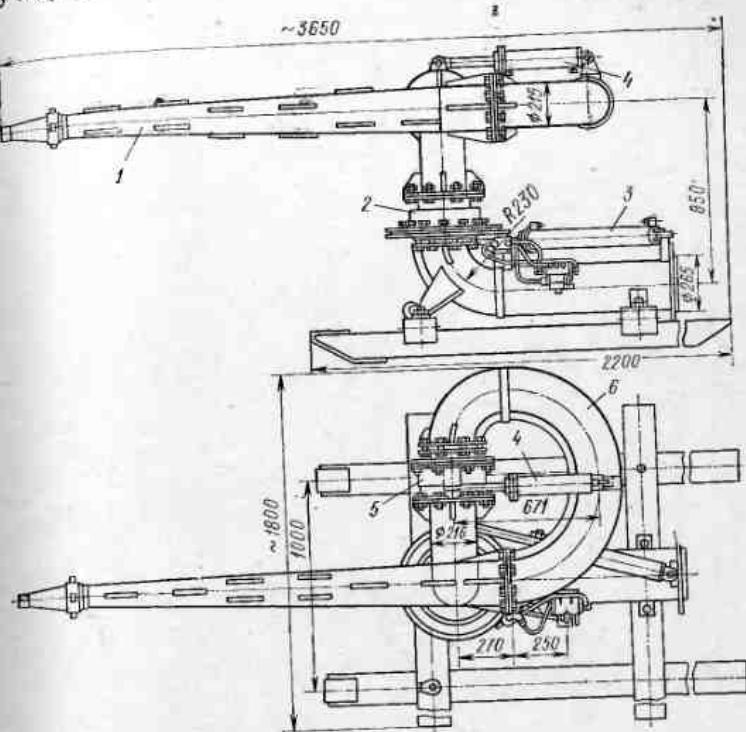


Рис. 24. Гидромонитор типа ГМЦ-250М

1 — ствол; 2 — шарнир; 3, 4 — цилиндр; 5 — шарнир; 6 — соединительное колено

Повороты ствола в вертикальной плоскости осуществляются специальным цилиндром. Ствол гидромонитора соединен с шарниром соединительным коленом. Оба шарнира имеют уплотнительные устройства сальникового типа. Иногда вместо сальников устанавливаются резиновые самоуплотняющиеся манжеты.

Рабочее давление масла в гидросистеме, составляющее 25 МПа, создается шестеренчатым маслонасосом. Масса переносного пульта управления гидромонитором равна 7 кг.

Управление гидравлическими цилиндрами гидромонитора осуществляется с помощью реверсивных золотников с электрическим управлением. С гидромонитором пульт управления связан силовым

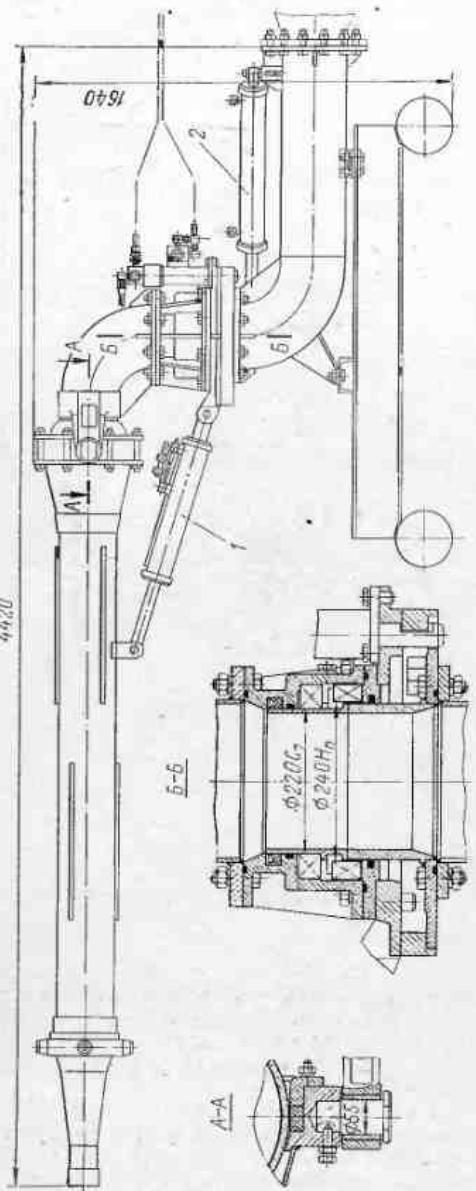


Рис. 25. Гидромонитор ГМД-250
1 — цилиндр; 2 — цилиндр

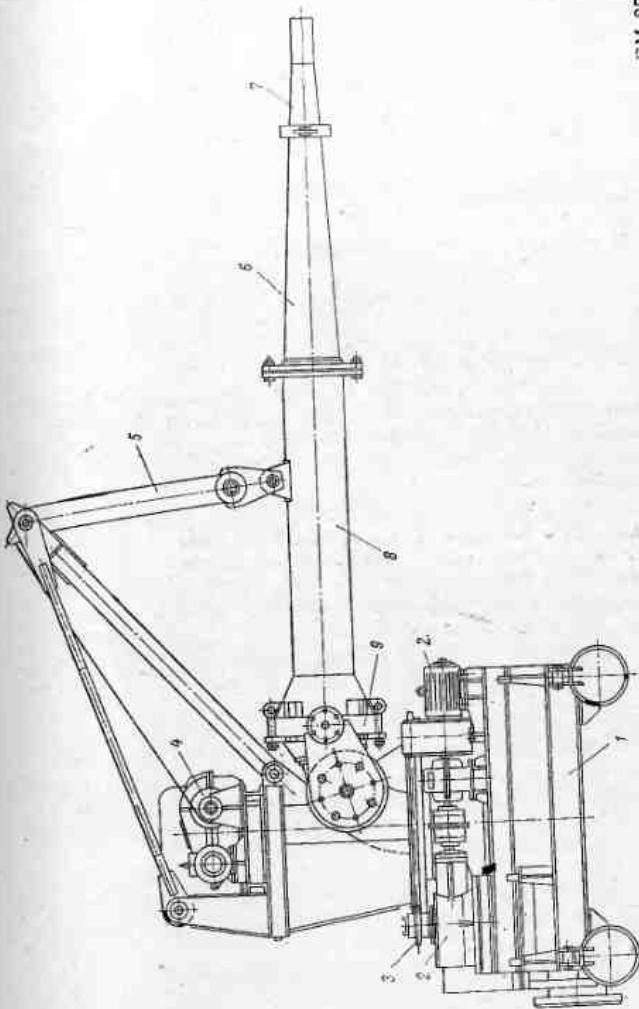
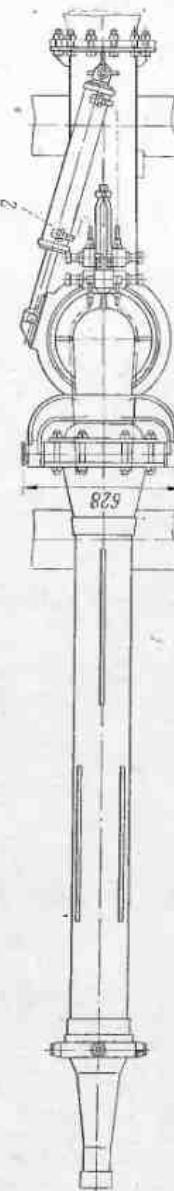


Рис. 26. Гидромонитор ГМ-350 (175-150)
1 — рама; 2 — редуктор; 3 — цепная передача; 4 — лебедка; 5 — полиспаст; 6 — конструктивный участок ствола; 7 — насадка; 8 — гидравлический участок ствола; 9 — шаровой патрубок

кабелем КРПТЗ×2,5 и гибким многожильным контрольным кабелем. Оба кабеля имеют штепельные разъемы.

Гидромонитор оборудован приспособлением для автоматического реверсивного поворота в горизонтальной плоскости в пределах до 115°. Включив соответствующий переключатель, можно заставить гидромонитор автоматически поворачиваться вправо и влево на заданный угол.

Гидромонитор ГМД-250 (рис. 25) имеет дистанционное гидравлическое управление, осуществляющееся с пульта, смонтированного в передвижной кабине. Уплотнение вертикального шарнира достигается самоуплотняющейся резиновой прокладкой (см. Б—Б). Уплотнение шарового шарнира — сальниковое (см. А—А). Цилиндр 2 может поворачивать ствол в горизонтальной плоскости. Специальное перехватное устройство позволяет поворачивать ствол на угол до 360°. Гидравлический цилиндр 1 служит для поворотов ствола в вертикальной плоскости.

Как уже указывалось, гидромониторы ГМД-250 выпускаются серийно. По отзывам производственников, гидромониторы этого типа надежны в эксплуатации, легко и удобно управляются. Имеется достаточно оснований считать, что гидромонитор ГМД-250 постепенно вытеснит гидромониторы других типов. Характеристика гидромонитора ГМД-250 приведена в табл. 10.

Гидромониторы типа ГМД-250 серийно изготавливаются машиностроительным заводом (г. Ново-Кузнецк Кемеровской области).

Гидромонитор ГМ-350 (175-150) — самый крупный из изготавливаемых в СССР (рис. 26). Входное отверстие нижнего колена гидромонитора равно 500 мм.

Гидромонитор смонтирован на мощной раме, опирающейся на подзъязы, сделанные из труб и имеет электрическое дистанционное управление. Вращение относительно вертикальной оси на угол до 270° осуществляется электрическим двигателем через редукторы и цепную передачу с частотой вращения 0,5 оборота в минуту.

Подъем и опускание ствола гидромонитора осуществляются лебедкой через полиспаст со скоростью 1,3 м/мин. Конструкция шарового шарнира и его уплотнения показаны на рис. 27. Уплотнение достигается резиновой прокладкой, прижимаемой крышкой. Цапфы поворота ствола гидромонитора в вертикальной плоскости врачаются в двухрядных роликовых радиально-упорных подшипниках.

Ствол гидромонитора состоит из двух участков: цилиндрического и конического, к которому прикреплена насадка (см. рис. 26).

Гидромонитор рассчитан на водопроизводительность 4500 м³/ч при давлении воды на насадки до 2 МПа.

Гидромониторы этого типа успешно используются на вскрышных работах в карьерах Курской магнитной аномалии (КМА). Изготавливаются подсобными предприятиями всесоюзного треста «Гидромеханизация» Минэнерго СССР.

Краткие указания по техническому обслуживанию гидромониторов. В целях обеспечения бесперебойной и высокопроизводительной работы гидромониторов должны соблюдаться определенные технические правила их приемки, эксплуатации и ремонта. На каждый принимаемый в эксплуатацию гидромонитор должен быть составлен соответствующий акт, в котором подробно фиксируется его состояние.

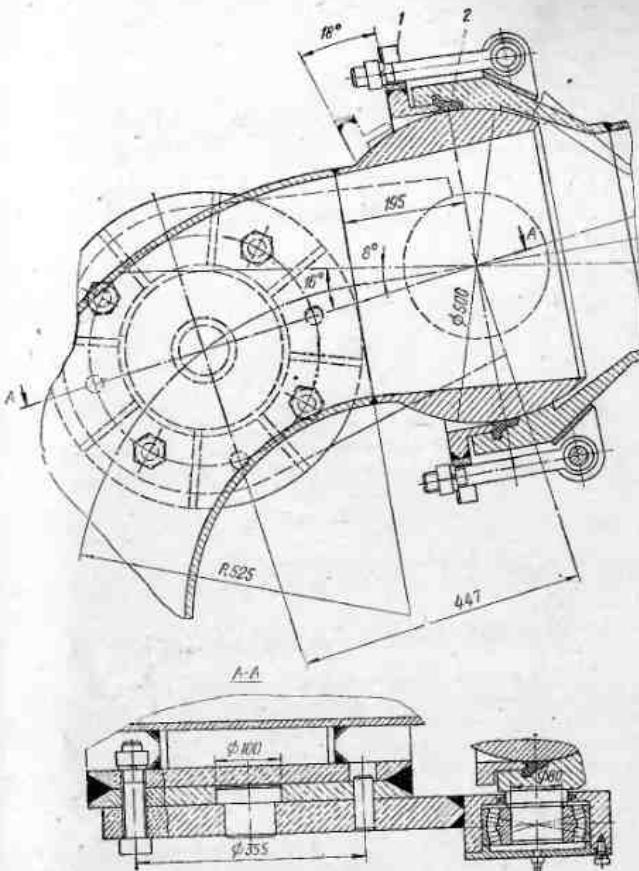


Рис. 27. Конструкция шарового шарнира гидромонитора ГМ-350 (175-150)
1 — крышка; 2 — резиновая прокладка

В процессе эксплуатации гидромонитора необходимо систематическое наблюдение за шарнирными соединениями. Появляющиеся течи должны быть немедленно устранены.

Неисправности должны своевременно устраняться. Наиболее частой неисправностью, отражающейся на компактности струи и снижающей поэтому интенсивность размыва, являются помятости ствола гидромонитора и искривления его направляющих ребер. Эти неисправности необходимо немедленно устранить. Если устранение обнаруженных дефектов окажется невозможным, ствол подлежит обязательной замене. Должны выполняться указания специальных производственных инструкций по эксплуатации данной конструкции.

гидромонитора. Особо тщательно должны обслуживаться гидромониторы, работающие на оборотной воде, так как эта вода может содержать абразивные частицы грунта, вызывающие повышенный износ гидромонитора.

При уходе за гидромониторами следует помнить, что этот аппарат работает под высоким давлением и что от его исправности зависит не только производительность, но и безопасность обслуживающего персонала.

2. Классификация насосов

При гидромеханизации применяются центробежные насосы.

Центробежные насосы по назначению делятся на две группы: насосы для водоснабжения (чистой воды) и насосы для перекачки пульпы.

По конструктивному исполнению насосы делятся на следующие пять подгрупп:

- по схеме проточной части: простые (без направляющего аппарата); турбинные (с направляющим аппаратом);

- по числу рабочих колес: одноступенчатые; многоступенчатые;

- по подводу воды к рабочему колесу: с односторонним подводом; с двусторонним подводом;

- по положению вала: с горизонтальным валом; с вертикальным валом;

- по напору: низконапорные (напор до 20 м вод. ст.); средненапорные (напор 20–60 м вод. ст.); высоконапорные (напор более 6 м в. ст.).

3. Центробежные насосы для чистой воды

На рис. 28 показаны схематические разрезы простого и турбинного центробежных насосов. В первом случае вода из рабочего колеса попадает сразу в спиральную камеру насоса, а во втором — предварительно проходит через направляющий аппарат.

Многоступенчатые насосы (рис. 29) представляют собой последовательное соединение нескольких одноступенчатых насосов, выполненных в одном корпусе.

Лопатки рабочего колеса центробежного насоса выполнены отогнутыми назад (в сторону, противоположную направлению вращения).

Большое значение для нормальной работы центробежных насосов имеет высота всасывания. Различают геодезическую (или геометрическую) и вакуумметрическую высоту всасывания.

Геодезической высотой всасывания называют разность отметок оси колеса и уровня свободной поверхности водоема, из которого питается насос.

Вакуумметрической высотой всасывания называется сумма геодезической высоты всасывания и всех гидравлических потерь во всасывающей линии, она измеряется вакуумметром, устанавливаемым на всасывающем патрубке насоса. Допустимая вакуумметрическая высота всасывания колеблется в значительных пределах (0,5–8 м) и указывается заводом-изготовителем.

Полный напор, развиваемый центробежным насосом, является суммой вакуумметрической высоты всасывания, геометрической высоты подачи и потерь напора в напорном трубопроводе.

Полезную мощность насоса N_n определяют выражением

$$N_n = \frac{QH\gamma}{75 \cdot 1,36} \text{ кВт}, \quad (7)$$

где Q — подача насоса, л/с;
 H — полный напор, развиваемый насосом, м вод. ст.;
 γ — плотность перекачиваемой жидкости (для воды $\gamma=1$).

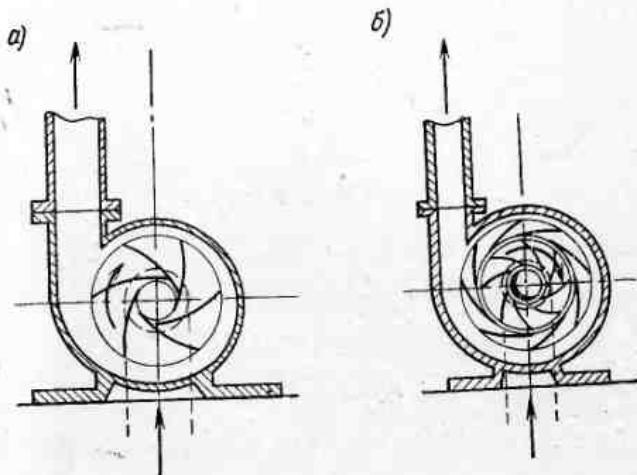


Рис. 28. Схематические разрезы простого *a* и турбинного *б* центробежных насосов

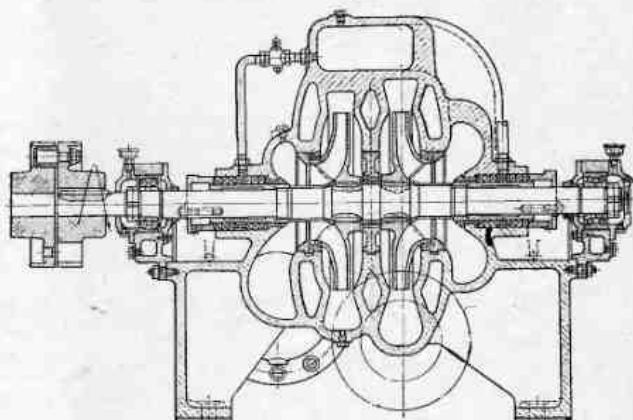


Рис. 29. Разрез многоступенчатого центробежного насоса марки 10НМКХ2

Потребляемая мощность N_p всегда больше полезной; их отношение называется полным к. п. д. η :

$$\eta = \frac{N_p}{N_b} . \quad (8)$$

В насосах различают объемный, гидравлический и механический к. п. д.

Объемный к. п. д. η_{ob} учитывает объемные потери в насосе и достигает 0,99.

Гидравлический к. п. д. η_g учитывает гидравлические потери внутри насоса, он зависит от конструкции насоса и от тщательности обработки его проточной части.

Механический к. п. д. η_m учитывает механические потери от трения воды о диски рабочего колеса, от трения в подшипниках, в сальниках и т. д.

$$\eta = \eta_{ob} \eta_g \eta_m . \quad (9)$$

Согласно формулам (7) — (9) рассчитывается мощность электродвигателя, при этом η выбирается по заводским данным. Двигатель при мощностях более 100 кВт должен иметь не менее 10% запаса мощности, при меньшей мощности запас увеличивают до 15 и даже до 25%.

Характеристики центробежных насосов. Изображенные графически зависимости между подачей насоса Q , полным напором H , потребляемой мощностью N и полным к. п. д. η называются характеристиками центробежных насосов.

При чрезмерном разряжении во всасывающей трубе центробежного насоса может наступить кавитация.

Явление кавитации обычно сопровождается характерным шумом (потрескиванием) внутри насоса и его вибрацией. Кавитация резко снижает к. п. д. насоса, напор и подачу и ведет к быстрому износу колеса насоса. При сильной кавитации насос может совсем прекратить подачу воды. Для определения режима работы, при котором не может возникнуть кавитация, составляют специальные кавитационные характеристики.

Правильная эксплуатация центробежного насоса возможна только при наличии его характеристики, так как только зная характеристику возможно определить подачу насоса в тех или иных конкретных условиях. На рис. 30 показано определение рабочей точки насоса, работающего в некоторых конкретных условиях. Рабочая точка насоса является точкой пересечения характеристики $Q-H$ насоса с характеристикой трубопровода. Характеристикой трубопровода называется кривая, показывающая изменение потерь на трение в нем от подачи.

При подборе насоса следует стремиться к тому, чтобы его рабочая точка оказалась в зоне устойчивого режима и в области максимальных значений к. п. д. насоса.

Подача, напор и потребляемая мощность центробежного насоса связаны с числом оборотов рабочего колеса зависимостями:

$$\frac{Q}{Q_1} = \left(\frac{n}{n_1} \right)^4; \quad \frac{H}{H_1} = \left(\frac{n}{n_1} \right)^2; \quad \frac{N}{N_1} = \left(\frac{n}{n_1} \right)^3 . \quad (10)$$

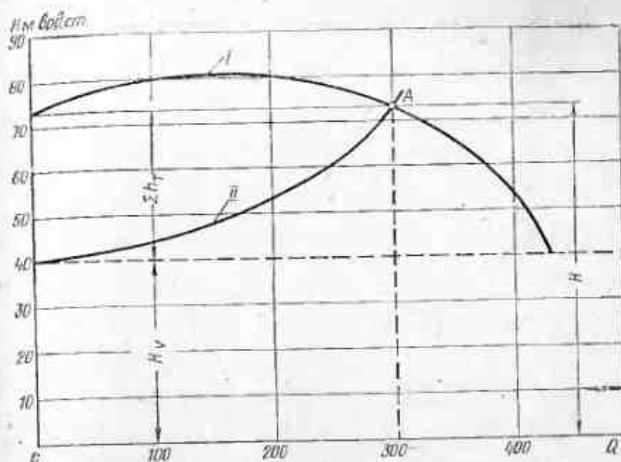


Рис. 30. Определение рабочей точки центробежного насоса

I — характеристика трубопровода; II — характеристика насоса;
 H_g — геометрическая высота подачи; H_s — сумма потерь на трение в трубопроводе и местные сопротивления; H — полный напор, развиваемый насосом

Отечественными заводами изготавливается большая номенклатура центробежных насосов; сведения о насосах, применяемых в гидромеханизации, приводятся ниже.

Насосы типа НД (рис. 31). Подача изменяется от 90 до 6500 м³/ч при напоре 10—104 м вод. ст.

Насосы типа НД — одноступенчатые, с двусторонним подводом воды к рабочему колесу и с горизонтальным разъемом корпуса. Входной и напорный патрубок направлены горизонтально в разные стороны, что позволяет контролировать и заменять рабочие детали насоса без снятия его с фундамента и без разборки трубопроводов. Техническая характеристика насосов марки НД приведена в табл. 11.

Большинство насосов серии НД имеют подшипники качения. Исключением являются насосы 18НДс, 20НДс, 22НДс и 24НДс, имеющие подшипники скольжения с баббитовыми вкладышами и колцевой смазкой. При необходимости для охлаждения к подшипнику можно подвести воду.

В нормальном исполнении вал насосов НД вращается против часовой стрелки, если смотреть со стороны привода.

Буквы и цифры, составляющие марку насоса, например 18НДс, означают: 18 — диаметр напорного патрубка в мм, уменьшенный в 25 раз; Н — насос; Д — двусторонний подвод воды к рабочему колесу; с — средненапорный.

Индексы н и в, которые имеют некоторые модели, например 20НДн и 6НДв, соответственно означают низконапорный и высоконапорный тип насоса.

Корпуса, крышки корпуса и рабочие колеса насосов выполнены из чугуна.

Таблица 11

Техническая характеристика центробежных насосов

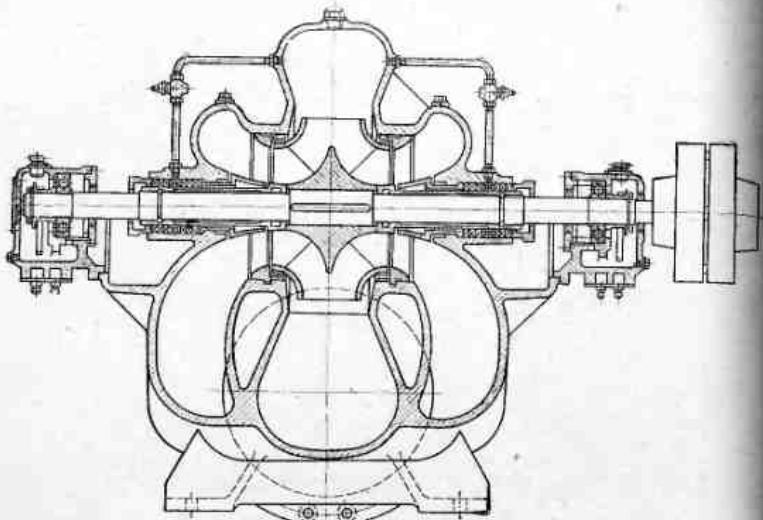


Рис. 31. Центробежный насос 20НДн

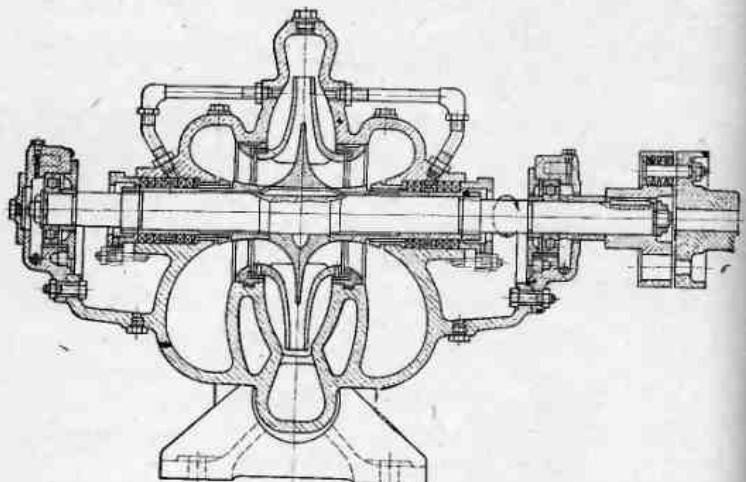


Рис. 32. Центробежный насос 10Д-6

Марка насоса	Подача, м³/ч	Полный напор, м вод. ст.	Частота вращения, об/мин	Мощность двигателя, кВт	К. п. д., %	Допустимая вакуумметрическая высота всасывания, м	Диаметр рабочего колеса, мм	Масса, кг	Высота насоса, мм	Длина насоса, мм
16НДн	1350 1980	10 21	730 960	55 140	88 88	6 4	410 460	1650	760	1537
20НДн	3240	30	960	350	88	2	550	3000	900	2072
24НДн	3800 5000	13 26	585 730	165 450	89 90	6 2	615 690	5000	1150	2316
6НДс	216 330	68 65	2950 —	60 80	76 76	5,5 3,3	230 242	250	365	921
12НДс	600 1260	27 64	960 1450	65 270	84 88	6 3,2	430 460	1180	600	1365
18НДс	1980 2700	34 58	730 960	225 520	90 90	4,8 1,5	700	3300	850	2130
20НДс	2700 3600	39 71	730 960	340 800	90 91	4,75 0,25	765	4210	950	2104
22НДс	3600 4700	52 92	730 960	600 1350	92 92	4,4 1	860	5550	1050	2370
24НДс	5200 6500	51 79	585 750	850 1600	89 92	4,8 2	990	8000	1250	2841
4НДв	90 180	25 97	1450 2950	14 80	64 70	7 1,8	280 280	180	339	877
5НДв	126 250	30 30	1450	20	68 72	7,3 4,6	300 350	270	350	980
6НДв	216 360	42 47	1450	40 70	70 76	5,5 3,4	360 405	300	400	900
8НДв	400 720	32 89	960 1450	55 240	79 81	6,3 1,4	470 525	838	500	1135

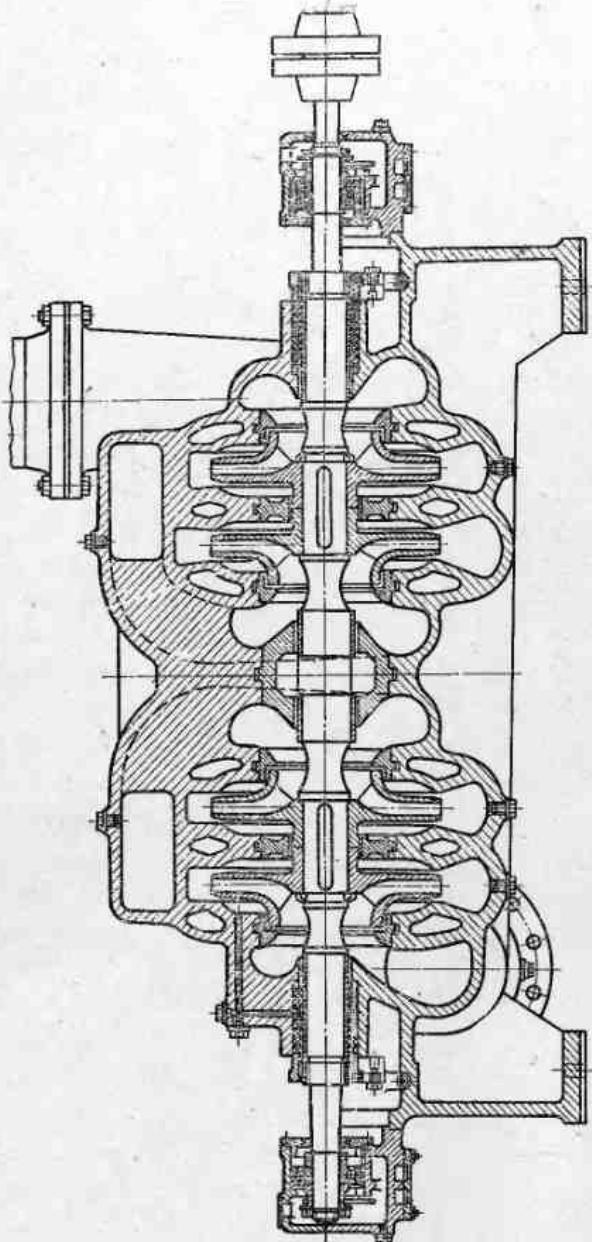


Рис. 33. Многоступенчатый центробежный насос 3В-200×4

У мелких насосов (4НДв и 6НДс) рабочее колесо закрепляют на валу горячей посадкой с упором в бортик на валу. В остальных марках насосов типа НД рабочее колесо на валу крепят защитными втулками с резьбой. Уплотнение рабочего колеса обеспечивают сменные кольца в корпусе насоса и защитные кольца рабочего колеса. Радиально-упорные шарикоподшипники воспринимают случайные осевые усилия.

Для отсасывания воздуха из корпуса при подготовке насоса к пуску предусмотрено специальное отверстие.

Уплотнение вала осуществляют двумя сальниками и кольцами гидравлического уплотнения, к которым по трубкам подводят воду.

Насосы типа Д. Центробежные насосы типа Д в конструктивном отношении (рис. 32) мало отличаются от насосов типа НД, их также нередко применяют в гидромеханизации. Выпускаются следующие марки этих насосов: 10Д-6, 12Д-9, 12Д-19, 14Д-6, 20Д-6, 32Д-19 и 48Д-22. Буквы и цифры, обозначающие марку насоса, например 14Д-6, обозначают: 14 — диаметр входного патрубка в мм, уменьшенный в 25 раз; Д — рабочее колесо с двусторонним подводом воды и 6 — коэффициент быстроходности насоса, уменьшенный в 10 раз.

Подача насосов этого типа колеблется в пределах от 360 до 12 500 м³/ч при напоре от 11,7 до 137 м вод. ст. Крупнейший насос этого типа марки 48Д-22 при подаче 12 500 м³/ч развивает напор 23,6 м. Масса насоса 17 т.

Насосы типа М. В СССР выпускается большое количество разнообразных многоступенчатых насосов. Насосы типа М делают в шести различных вариантах. Подача изменяется в пределах от 130

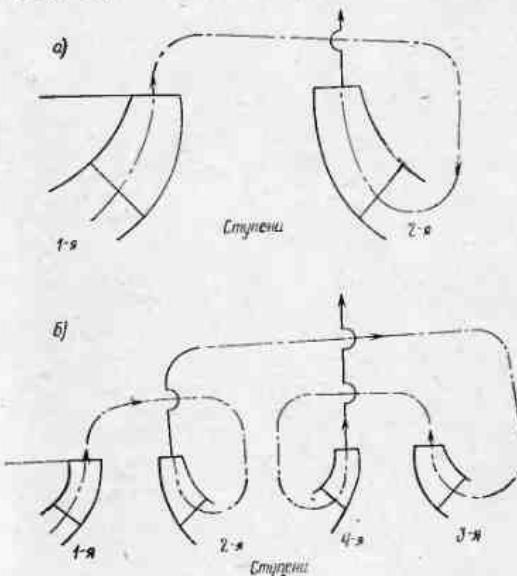


Рис. 34. Схема движения воды в насосах 3В

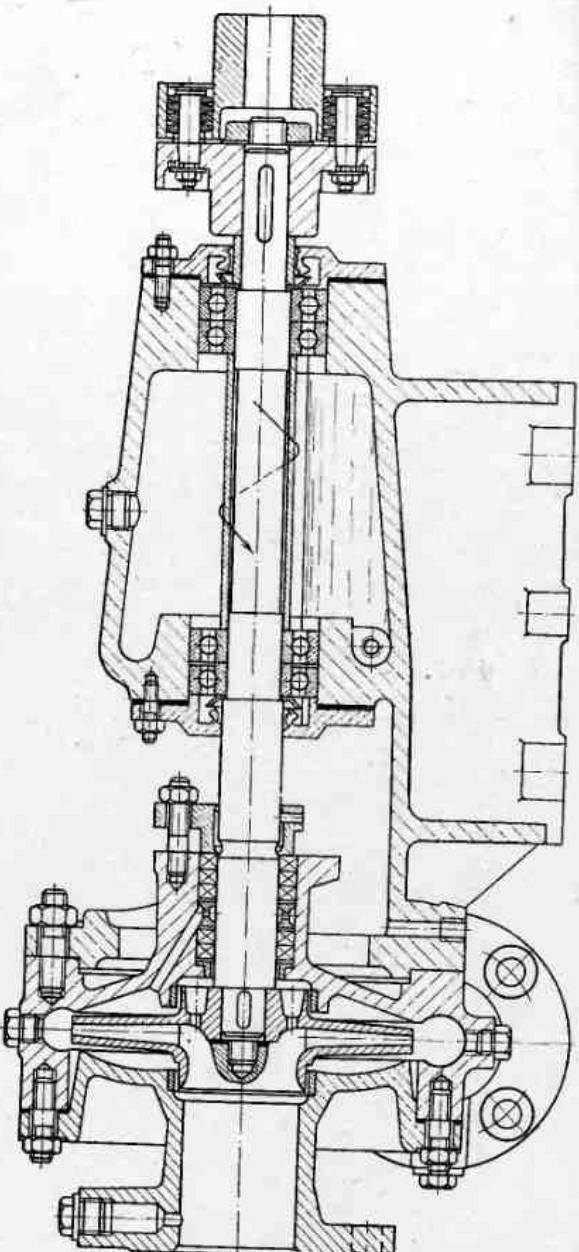


Рис. 35. Центробежный насос 3К-6

до $3600 \text{ м}^3/\text{ч}$ при напоре от 110 до 445 м вод. ст. Насос марки 10М-7×6 при подаче $220 \text{ м}^3/\text{ч}$ способен развить напор 455 м вод. ст. Буквы и цифры, составляющие марку, означают: 10 — диаметр входного отверстия в мм, уменьшенный в 25 раз; М — многоступенчатый; 7 — коэффициент быстроходности, уменьшенный в 10 раз и округленный; 6 — число рабочих колес. Насосы типа М имеют горизонтальный разъем корпуса.

На рис. 33 показан разрез многоступенчатого насоса типа ЗВ, имеющий также горизонтальный разъем корпуса. Эти насосы бывают двух марок — ЗВ-200×2 и ЗВ-200×4. Буквы и цифры, составляющие марку насоса, например ЗВ-200×2, означают: З — условное обозначение конструкции насоса; В — водяной; 200 — диаметр напорного патрубка в мм; 2 — число рабочих колес насоса.

Схема движения воды в этих насосах показана на рис. 34.

Насос имеет два сальника; сальник на всасывающей стороне выполнен с гидравлическим уплотнением. Насосы типа ЗВ делаются с колесами диаметром 390, 420 и 445 мм и рассчитаны на подачу $250\text{--}500 \text{ м}^3/\text{ч}$ и напор 64—120 м. Привод насоса осуществляется электродвигателями мощностью 125—175 кВт с 1450 об/мин. Масса насоса 1550 кг.

Насосы типа К. Для различных вспомогательных целей в гидромеханизации довольно широко применяют консольные центробежные насосы типа К. Выпускают следующие марки насосов этого типа: 1, 5К-6, 2К-6, 2К-9, 3К-6, 3К-9, 4К-6, 4К-8, 4К-12, 4К-18, 6К-8, 6К-12, 8К-12 и 8К-18. Буквы и цифры, составляющие марку насоса типа К, означают: первая цифра — диаметр входного патрубка в мм, уменьшенный в 25 раз; буква К — консольный; последняя цифра — коэффициент быстроходности, уменьшенный в 10 раз.

Разрез по одному из насосов серии К представлен на рис. 35.

Всасывающий патрубок насоса направлен по оси вала. Напорный патрубок может составлять различные углы к горизонту: 0, 90, 180 и 270° .

Насосы этой серии до марки 4К включительно работают при 2900 об/мин, более крупные — при 1450 об/мин. Насосы серии К изготавливаются производительностью 4,5—360 $\text{м}^3/\text{ч}$ и при напоре 8,8—98 м вод. ст.

4. Грунтовые насосы

Основное отличие грунтовых насосов от центробежных для чистой воды состоит в том, что конструкция их рассчитана на пропуск крупнообломочных и абразивных материалов.

Грунтовые насосы, применяемые на гидромониторных и на землесосных работах, имеют одинаковую конструкцию. Грунтовые насосы, применяемые на гидромониторных работах, имеют всасывающий патрубок диаметром до 400 мм; трубы с большим диаметром патрубка (до 500 мм) применяются в исключительных случаях.

Во всасывающей трубе грунтового насоса статический горизонт пульпы всегда несколько ниже горизонта в водоеме (рис. 36). Это объясняется различной плотностью пульпы и воды. Разницу в горизонтах воды и пульпы определяют по формуле (11):

$$h_{\text{п}} = h_{\text{р}} \left(1 - \frac{\gamma_{\text{п}}}{\gamma_{\text{р}}} \right). \quad (11)$$

где h_n — разница уровней во всасывающей трубе и в водоеме;
 h_p — глубина погружения всасывающей трубы (глубина разработки);

γ_w — плотность воды;

γ_a — плотность пульпы.

Эту особенность необходимо учитывать при установке грунтовых насосов, иначе может возникнуть кавитация. Кавитация сильно снижает к. п. д. и повышает износ грунтового насоса.

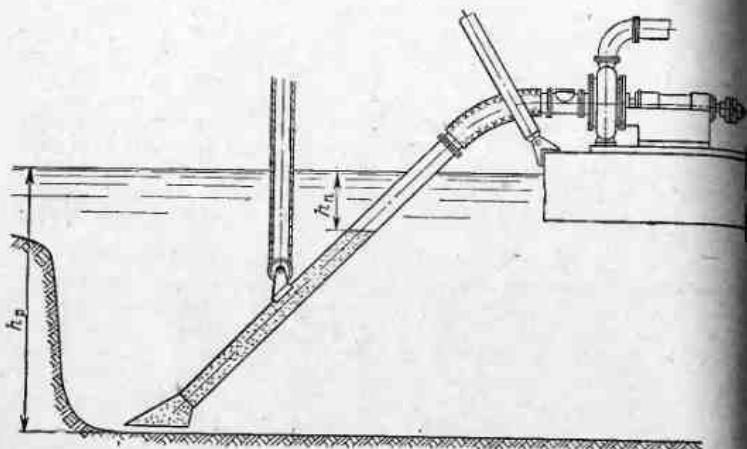


Рис. 36. Схема к формуле (11)

Надежным способом исключения возможности появления кавитации является применение погружных грунтовых насосов. В некоторых случаях эффективным средством в борьбе с кавитацией может явиться установка эжектирующих устройств на всасывающей линии.

Предельно допустимый вакум для конкретных грунтовых насосов приводится в его характеристиках.

Характеристика грунтовых насосов аналогична характеристикам насосов, работающих на чистой воде.

Законы подобия. Для грунтовых насосов, перекачивающих пульпу, остаются в силе известные законы расчета центробежных насосов, работающих на чистой воде [см. формулу (10)]. Для геометрически подобных колес, если пренебречь изменением к. п. д. при переходе от модели к натуре, величины H , Q и N могут быть пересчитаны по следующим зависимостям:

$$H = H_m \left(\frac{n}{n_m} \right)^2 \left(\frac{D}{D_m} \right)^3. \quad (12)$$

Здесь индекс m указывает, что величина относится к модели

$$Q = Q_m \frac{n}{n_m} \left(\frac{D}{D_m} \right)^3; \quad (13)$$

$$N_o = N_{\text{ном}} \left(\frac{n}{n_m} \right)^3 \left(\frac{D}{D_m} \right)^5. \quad (14)$$

Иногда в процессе производства землесосных работ возникает необходимость изменить диаметр рабочего колеса; это достигается путем обрезки или наплавки его лопаток. Для определения значений Q , H и N насоса после изменения диаметра его рабочего колеса (при условии постоянства числа оборотов) следует пользоваться следующими зависимостями:

$$\frac{H_{\text{обр}}}{H_{\text{норм}}} = \left(\frac{D_2 \text{обр}}{D_2 \text{норм}} \right)^{m_H}; \quad (15)$$

$$\frac{Q_{\text{обр}}}{Q_{\text{норм}}} = \left(\frac{D_2 \text{обр}}{D_2 \text{норм}} \right)^{m_Q}; \quad (16)$$

$$\frac{N_{\text{обр}}}{N_{\text{норм}}} = \left(\frac{D_2 \text{обр}}{D_2 \text{норм}} \right)^{m_N}. \quad (17)$$

Величину m определяют по табл. 12.

Таблица 12
Значения m в зависимости от числа лопаток в рабочем колесе

Число лопаток	m_H	m_Q	m_N
2	2,3	1,6	3,68
3	2,63	1,7	4,33
4	2,46	1,57	3,9

Изменение диаметра рабочего колеса не должно превышать 12–15% номинального.

Рабочие колеса грунтовых насосов изготавливают только с лопатками, загнутыми назад, с формой очерченной дугами круга.

Регулирование насосов. Выбор способа регулирования грунтовых насосов зависит от того, имеется ли возможность изменять угловую скорость рабочего колеса. При часто встречающемся агрегировании грунтовых насосов с синхронными электродвигателями такой возможности не имеется. Простейшим, но не совершенным способом регулирования грунтовых насосов при постоянной угловой скорости является дросселирование в напорном трубопроводе (см. рис. 37).

Допустим, что рабочая точка A дает недопустимо большое значение N_1 и Q_1 . Пунктирной линией показана характеристика пульпопровода. Двигатель оказывается перегруженным, грунтовый насос временами кавитирует. Снижение нагрузки двигателя и подачи грунтового насоса до допустимых пределов N_2 и Q_2 можно получить дросселированием напорного пульпопровода на величину $h_{\text{дресс}}$. В дроссельном устройстве при этом будет поглощаться значительная мощность.

Для кратковременного регулирования насоса в целях обеспече-

ния плавного запуска его на крупных землесосных снарядах часто применяют введение небольших количеств воздуха во всасывающий трубопровод.

Регулирование грунтовых насосов изменением угловой скорости рабочего колеса показано на рис. 38. Изменение угловой скорости просто решается для двигателей внутреннего горения и для электродвигателей постоянного тока.

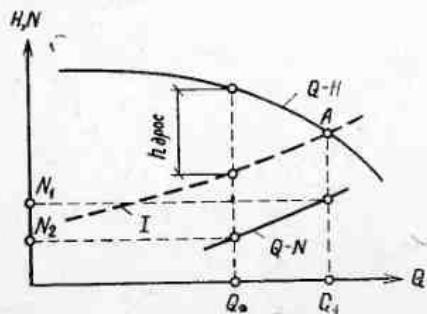
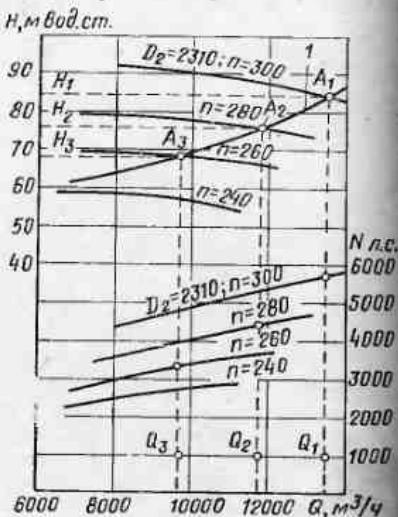


Рис. 37. Регулирование грунтовых насосов дросселированием на напорном трубопроводе

Рис. 38. Регулирование грунтовых насосов изменением угловой скорости рабочего колеса грунтового насоса 1000-80

A_1, A_2 и A_3 — рабочие точки при разной угловой скорости; H_1, H_2, H_3 — соответствующие подачи и напоры



Изменение угловой скорости асинхронных электродвигателей в нешироких пределах также достаточно просто, но связано со значительной потерей мощности в реостатах.

Последовательная и параллельная работа грунтовых насосов. Рабочие точки системы последовательно или параллельно работающих грунтовых насосов находят путем соответствующих графических построений.

Два одинаковых грунтовых насоса работают последовательно, находятся в непосредственной близости и на одном горизонте (рис. 39).

Кривая I — характеристика грунтового насоса; кривая II — характеристика пульпопровода при геометрической высоте подачи, равной 20 м вод. ст.; К — рабочая точка грунтового насоса, лежащая на почти горизонтальном участке характеристики, т. е. в неустойчивой зоне, которая на практике приводит к аварийным закупоркам пульпопровода грунтом. Этой точке соответствует подача воды $980 \text{ м}^3/\text{ч}$. Последовательное подключение второго такого же насоса обеспечит увеличение напора H , т. е. поведет к удвоению ординат кривой I. Суммарная характеристика представлена кривой III. Рабочая точка грунтовых насосов перейдет в точку K_1 , которой соответствует подача $Q_1 = 1280 \text{ м}^3/\text{ч}$. Суммарный напор в точке K_1 будет равен удвоенному напору грунтового насоса при расходе Q_1 . Точка K_1 находится на наклонной части кривой, т. е. в устойчивой зоне характеристики.

При работе по схеме А второй грунтовый насос, особенно его сальниковое устройство, будет работать в тяжелых условиях. Промывочную волу должны подавать под увеличенным напором (в нашем примере потребуется около 80 м вод. ст.). Схема А требует меньше обслуживающего персонала. Кроме того, стоимость строительной части установки значительно ниже стоимости по другим схемам.

Два одинаковых насоса работают последовательно на одинаковых отметках, но находятся на некотором расстоянии один от другого (рис. 39). Характеристика первого грунтового насоса, если рассматривать ее на конце пульпопровода между грунтовыми насосами, может быть представлена кривой V, полученной вычитанием ординат кривой IV из кривой I. Суммируя ординаты кривой V с ординатами нормальной характеристики, получим кривую VI, характеризующую последовательную работу грунтовых насосов по схеме Б.

Два разных насоса работают последовательно, находятся на одинаковых отметках и на некотором расстоянии один от другого (рис. 40). Один насос с характеристикой I работает на пульпопровод с характеристикой II. K_1 — рабочая точка, которая находится на неустойчивой части характеристики и соответствует подаче $800 \text{ м}^3/\text{ч}$; III — характеристика пульпопровода между грунтовыми насосами. Кривая IV, полученная описанным выше способом, представляет собой характеристику первого грунтового насоса, отнесенную к концу промежуточного пульпопровода; кривая V — характеристика второго грунтового насоса; кривая VI является общей характеристикой последовательно работающих двух разных грунтовых насосов; она получена суммированием ординат кривых V и IV. Новая рабочая точка K_2 характеризуется возрастанием подачи до $940 \text{ м}^3/\text{ч}$, устойчивой работой насосов, что позволит исключить возможность аварийных закупорок пульпопровода.

При двух- или многоступенчатой перекачке напорный пульпопровод первого грунтового насоса всегда следует включать непосредственно во всасывающий патрубок второго грунтового насоса.

Между станциями перекачки пульпы должна быть надежная связь и сигнализация. Внедрение последовательной работы грунтовых насосов расширяет область применения гидротранспорта.

Развитие средств автоматизации уже сейчас позволяет внедрять в производство автоматические перекачивающие станции.

м вод.ст.

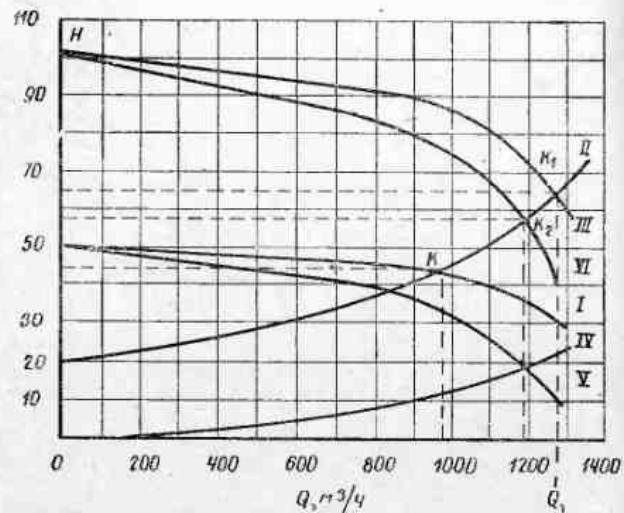


Рис. 39. Последовательная работа одинаковых грунтовых насосов

м вод.ст.

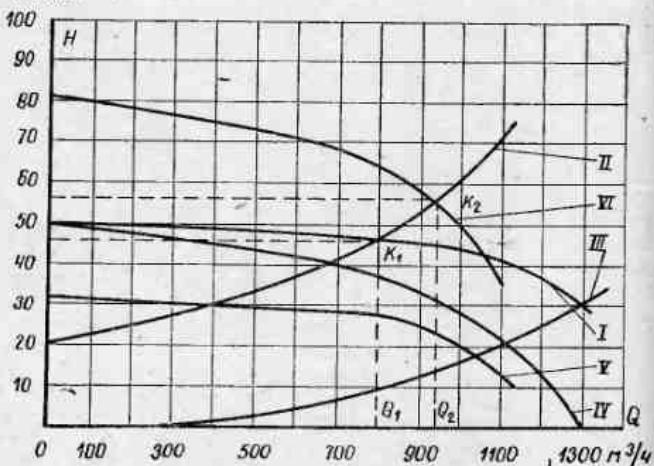


Рис. 40. Последовательная работа двух разных грунтовых насосов

Два одинаковых грунтовых насоса, расположенных на одной высоте, работают параллельно в один магистральный пульповод (рис. 41).

Пусть кривая I представляет собой характеристику некоторого грунтового насоса, кривая III — характеристику пульповода, с которым должен работать грунтовой насос. Рабочей точкой такой гидротранспортной системы будет, очевидно, точка K_1 , которой соответствуют H_1 и Q_1 . Если к этому грунтовому насосу параллельно подключить второй такой же, то суммарной характеристикой $Q-H$

м вод.ст.

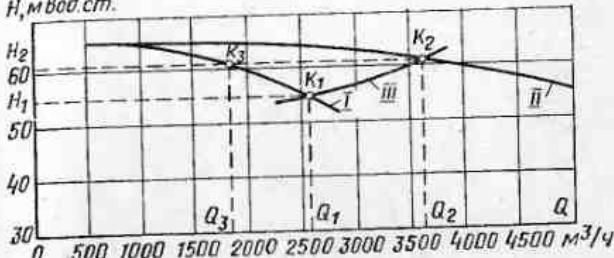


Рис. 41. Параллельная работа двух грунтовых насосов

будет кривая II , полученная из кривой I путем удвоения ее абсцисс. Кривая II пересечет кривую III в точке K_2 , которой соответствуют H_2 и Q_2 . Сравнивая Q_1 и Q_2 , можно утверждать что Q_2 всегда меньше $2 Q_1$, т. е. суммарная подача двух параллельно включенных насосов всегда меньше суммы подач насосов.

На мелких супесях и даже на среднезернистых песках, не содержащих гравия, а тем более на хорошо измельченных суглинках, глинах и илах возможна параллельная работа двух, трех и даже большего количества грунтовых насосов.

Общая компоновка. Все современные грунтовые насосы являются простыми одноступенчатыми центробежными с односторонним всасыванием. Вал насоса обычно располагают горизонтально, иногда применяются грунтовые насосы с вертикальным валом.

На рис. 42 показаны различные направления напорных патрубков насоса. Направление патрубка вертикально вверх представляет собой наиболее универсальное решение. Нижнее горизонтальное направление напорного патрубка удобно на стационарных землесосных установках и на сухопутных передвижных (на санях или на пне).

На рис. 43 показаны различные способы крепления колеса на валу. Крепления типа a вызывают необходимость иметь сквозное отверстие в ступице, при этом крепящая гайка находится в потоке пульпы. Такие крепления не надежны и поэтому мало распространены. Отверстие в ступице рабочего колеса для посадки на вал делают цилиндрическим (тип b) или коническим (тип c). Цилиндрическая посадка точно фиксирует положение рабочего колеса и в этом отношении имеет преимущество по сравнению с коническим соединением. Недостатками цилиндрической посадки являются необходи-

мость тщательной обработки и нередко возникающие трудности при снятии рабочего колеса с вала.

Коническая посадка не требует такой точности обработки, но дает большие биения колеса и менее точно фиксирует положение рабочего колеса относительно улитки в продольном направлении.

В настоящее время наибольшее распространение получил винтовой способ соединения рабочего колеса с валом типа *г* как наил-

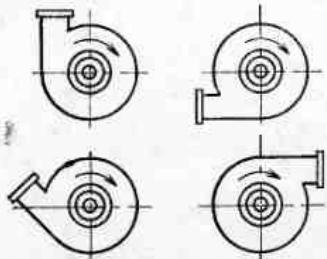
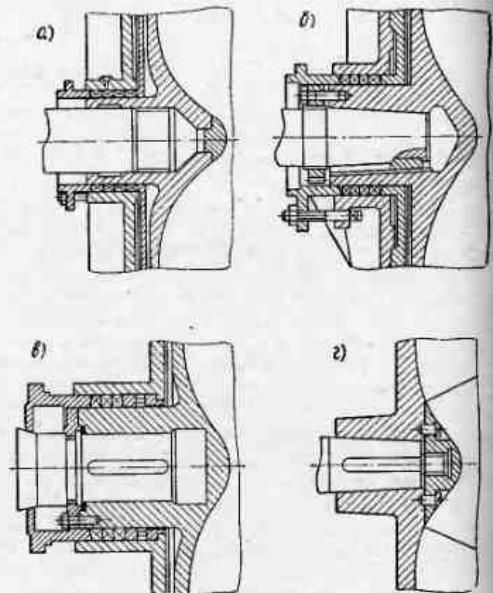


Рис. 42. Различные направления напорных патрубков грунтовых насосов

Рис. 43. Способы крепления рабочего колеса на валу

а — винтовая посадка; *б* — коническая посадка; *в* — без сквозного отверстия цилиндрическая посадка; *г* — со сквозным отверстием



более удобный в эксплуатации. Для снятия рабочего колеса при электрическом приводе применяют пуск двигателя в обратном направлении при застопоренном колесе. При дизельном приводе применяют несложные приспособления.

В грунтовых насосах устанавливают подшипники качения и подшипники скольжения.

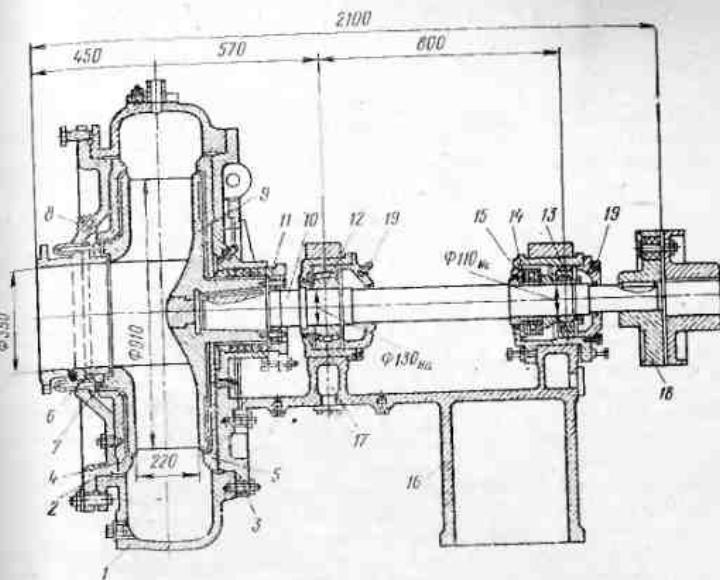


Рис. 44. Грунтовой насос ЗГМ-350А

1 — корпус (улитка); 2 — передняя крышка; 3 — задняя крышка; 4, 5 — бронедиски; 6 — горловина сменная; 7 — уплотнительное кольцо; 8 — отверстие для подвода промывочной воды; 9 — рабочее колесо; 10 — вал; 11 — крышка сальника; 12—14 — подшипники качения; 15 — стакан; 16 — станина; 17 — камера охлаждения подшипника; 18 — соединительная муфта; 19 — масленка

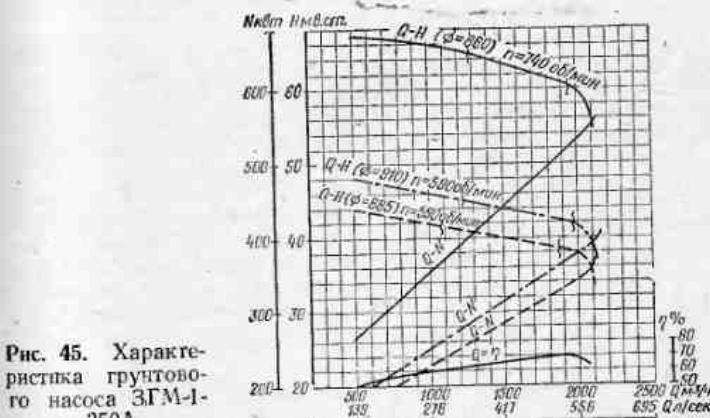


Рис. 45. Характеристика грунтового насоса ЗГМ-1-350А

Таблица 13

Техническая характеристика грунтового насоса ЗГМ-1-350А

Диаметр рабочего колеса, мм	Подача, м ³ /ч	Полный напор, м вод. ст.	%	Частота вращения, мин	Мощность электродвигателя, кВт	Проходное сечение колеса, мм	Диаметр напорного патрубка и всасывающего патрубка, мм	Допустимая пакетометрическая высота всасывания, м вод. ст.	Масса насоса, кг
910	1900	43	70	590	500	210	350	5,5	4203
865	1900	61	69	740	630	210	350	4,5	4203
865	1800	38	69	590	500	210	350	5,5	4203

бок расположена в нижней части корпуса и имеет горизонтальное направление.

Всасывающий патрубок отъемный, крепится вместе с нерегулируемым уплотняющим кольцом общими шпильками. Вращение вала — по часовой стрелке (если смотреть со стороны двигателя).

Вал вращается в подшипниках скольжения с кольцевой смазкой. Осевые усилия воспринимаются двумя однорядными упорными шариковыми подшипниками.

Грунтовой насос 12НЗУ изготавливается Каширским механическим мастерским треста «Трансгидромеханизация». Насос поставляется без электрического двигателя. Теми же мастерскими изготавливается грунтовой насос марки 12НЗУ-М. Этот модернизированный грунтовой насос (характеристику см. на рис. 47) обладает значительно большей по сравнению с моделью 12НЗУ, всасывающей способностью. Кроме того, в новой модели уплотняющее кольцо может регулироваться.

Техническая характеристика грунтовых насосов 12НЗУ и 12НЗУ-М приводится в табл. 14.

Грунтовый насос 20Р-11. Насос (рис. 48) имеет баббитовые подшипники скольжения с кольцевой смазкой.

Осиевые усилия воспринимают два однорядных шарикоподшипника. Сальниковое уплотнение и зазор между уплотнительным кольцом и рабочим колесом для защиты от износа промывают чистой водой. Рабочее колесо грунтового насоса имеет четыре лопасти.

Грунтовые насосы 20Р-11 отлично зарекомендовали себя как надежные и простые в обслуживании механизмы. Характеристика грунтового насоса для колес диаметром 1100, 1150 и 1250 мм представлена на рис. 49.

Грунтовые насосы 20Р-11 выпускались Бобруйским машиностроительным заводом имени Ленина. В настоящее время выпускаются ведомственными предприятиями.

Известен ряд модернизированных моделей этого грунтового насоса. Модель 20Р-11М изготавливается Каширскими механическими мастерскими треста «Трансгидромеханизация». Этот насос предназначен для сильно абразивных грунтов и имеет внутренний сменный

Корпуса грунтовых насосов в большинстве современных конструкций выполняют в виде концентрического канала, весьма близкого к кольцевому. Корпуса всех грунтовых насосов, применяемых в строительной гидромеханизации в СССР, выполняют литыми. Иногда для защиты улитки от износа применяют сменные рубашки, изготовленные из специальных износостойчивых сталей или других износостойких материалов. Так, все грунтовые насосы тяжелого типа стандартного ряда по ГОСТ 9075—63 изготавливают со сменными рубашками.

С целью снижения износа грунтовых насосов при их эксплуатации производят промывку чистой водой зазоры между вращающимися (колесо, вал) и неподвижными (крышки корпуса, всасывающий патрубок) частями.

Грунтовые насосы для гидромеханизации земляных работ и запасные части к ним изготавливают на различных заводах. Основным специализированным заводом является Бобруйский машиностроительный завод имени Ленина.

Грунтовой насос ЗГМ-1-350А (рис. 44) является усовершенствованной моделью насоса ЗГМ-1. Подшипниковая стойка выполнена в виде отливки, гнезда в которой расточены с одного прохода, что обеспечивает высокую точность установки подшипников. Заднюю крышку улитки крепят к подшипниковой стойке полуфланцевым соединением. Осевые силы воспринимает упорный шарикоподшипник. Коробка заднего подшипника, а с ней и весь вал могут перемещаться в продольном направлении на 20 мм, что позволяет компенсировать неточность в изготовлении рабочего колеса и других сменных деталей.

Рабочее колесо имеет три лопасти. Ступица располагается в сальниковом коробке и служит защитной рубашкой вала. Ступица расточена на конус и притянута шпильками к кольцу, навинченному на вал.

Для защиты сальникового уплотнения от пульпы создан противоток чистой воды. Воду подводят к отверстию в задней крышке и распределяют специальным кольцом. Набивку выполняют из резиновых или хлопчатобумажных колец.

Улитка (корпус) насоса имеет форму, близкую к концентрической. Направление напорного патрубка — нижнее, горизонтальное. В самой верхней точке улитки сделано отверстие для отсоса воздуха. Опораживают улитку через отверстие в ее нижней части. На улитке есть лаз для очистки и проверки состояния рабочего колеса. Улитка является сменной запасной частью.

Всасывающий патрубок грунтового насоса отлит как одно целое с передней крышкой. Уплотнительное кольцо можно приближать специальными болтами, по мере износа к торцу рабочего колеса.

Передняя и задняя крышки грунтового насоса защищены от износа сменными бронедисками, образующими в паре с дисками рабочего колеса щелевой зазор, в который подается промывочная вода.

Техническая характеристика насоса приведена в табл. 13 и на рис. 45.

Грунтовой насос 12НЗУ (рис. 46) предназначен для перекачки сильно абразивных грунтов, поэтому корпус его выполнен разъемным в горизонтальной плоскости и защищен цельнолитым вкладышем из стального литья повышенной износостойчивости. Напорный патру-

корпус. Наружный корпус имеет горизонтальный разъем и состоит из двух половин.

Трестом «Гидромеханизация» Минэнерго СССР модернизированы крышка всасывающей стороны и рабочее колесо насоса 20Р-11. Сущность модернизации состояла в увеличении всасывающего отверстия до 550 мм, чем достигнутое существенное улучшение всасывающей способности насоса и некоторое увеличение производительности.

В табл. 15 приводятся технические данные грунтовых насосов 20Р-11.

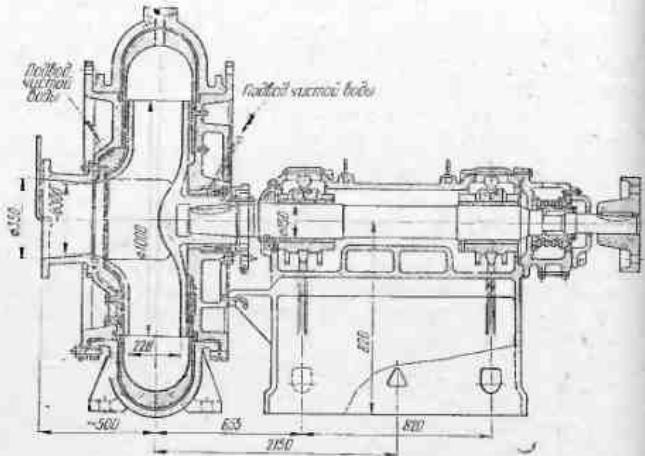


Рис. 46. Грунтовой насос 12Н3У

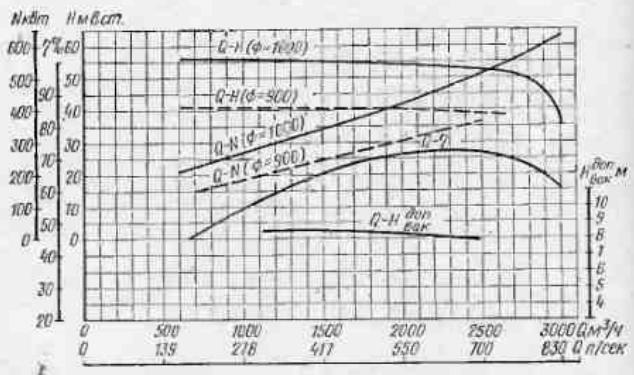


Рис. 47. Характеристика грунтового насоса 12Н3У-М

Таблица 14

Техническая характеристика грунтовых насосов 12Н3У и 12Н3У-М

Марка	Диаметр рабочего колеса, мм	Подача, м³/сек.	К. п. д., %	Частота вращения колеса, об/мин	Мощность электродвигателя, кВт	Проходное сечение напорного патрубка, мм		Диаметр патрубка, мм	Допустимая вакуумметрическая высота всасывания, м под. ст.	Масса насоса, кг	Масса с электродвигателем, кг
						последующего	напорного				
12Н3У	1000	54	72	600	450	220	350	350	5,9	5900	—
12Н3У	900	41	70	600	450	220	350	350	5,9	5900	—
12Н3У-М	1000	54	72	600	500	220	450	350	8	5915	11 445
12Н3У-М	900	41	70	600	500	220	450	350	8	5915	11 445

Таблица 15

Техническая характеристика грунтового насоса 20Р-11

Марка	Диаметр рабочего колеса, мм	Подача, м³/ч	Полный напор, м под. ст.	К. п. д., %	Частота вращения колеса, об/мин	Мощность электродвигателя, кВт	Проходное сечение колеса, мм		Диаметр напорного патрубка, мм	Допустимая вакуумметрическая высота всасывания, м под. ст.	Масса насоса, кг
							последующего	напорного			
20Р-11	1250	4500	60	71	500	1250	220	220	500	5	9250
20Р-11	1150	4000	50	69	500	1000	220	220	500	5	9250
20Р-11	1100	3600	45	68	500	1000	220	220	500	5	10 532
20Р-11М	1250	4000	60	59	500	1250	220	220	500	3	10 532
20Р-11М	1100	3100	45	56	500	800	220	220	500	3	10 532

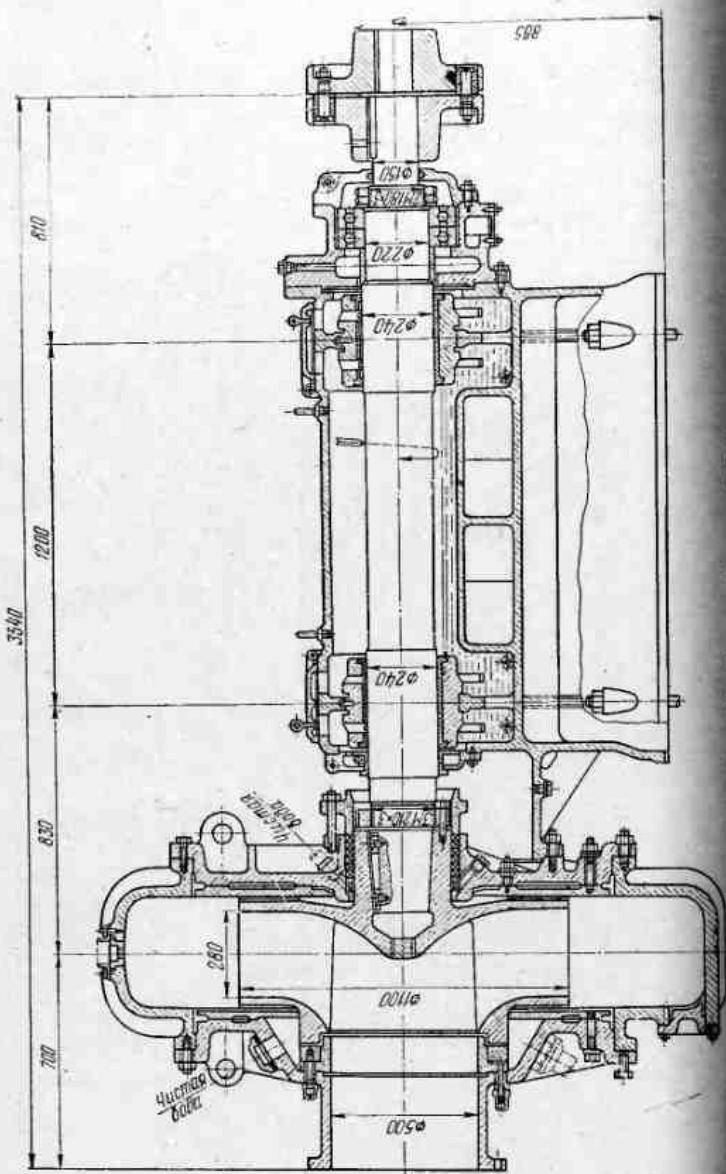


Рис. 48. Грунтовой насос 20P-11

Грунтовой насос 500-60 (рис. 50) имеет четырехлопастное рабочее колесо, которое способно пропускать камни размером до 360—380 мм. Колесо с валом соединено конусной посадкой; вал опирается на два скользящих подшипника. Верхние половины вкладышей подшипников прижаты общей крышкой. Осевые силы, достигающие 1500 кг, воспринимает упорный роликоподшипник тяжелого типа.

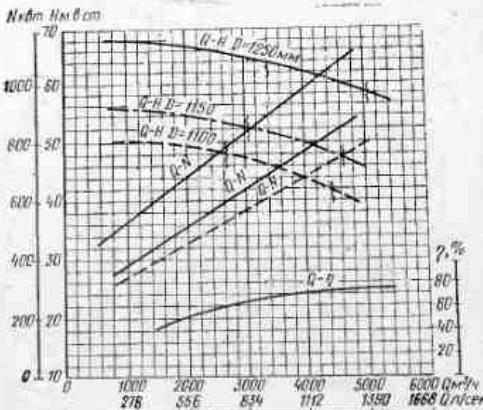


Рис. 49. Характеристика грунтового насоса 20P-11

Смазка подшипников вала принудительная от маслонасоса. Масло охлаждается в холодильнике. Масса грунтового насоса 16500 кг.

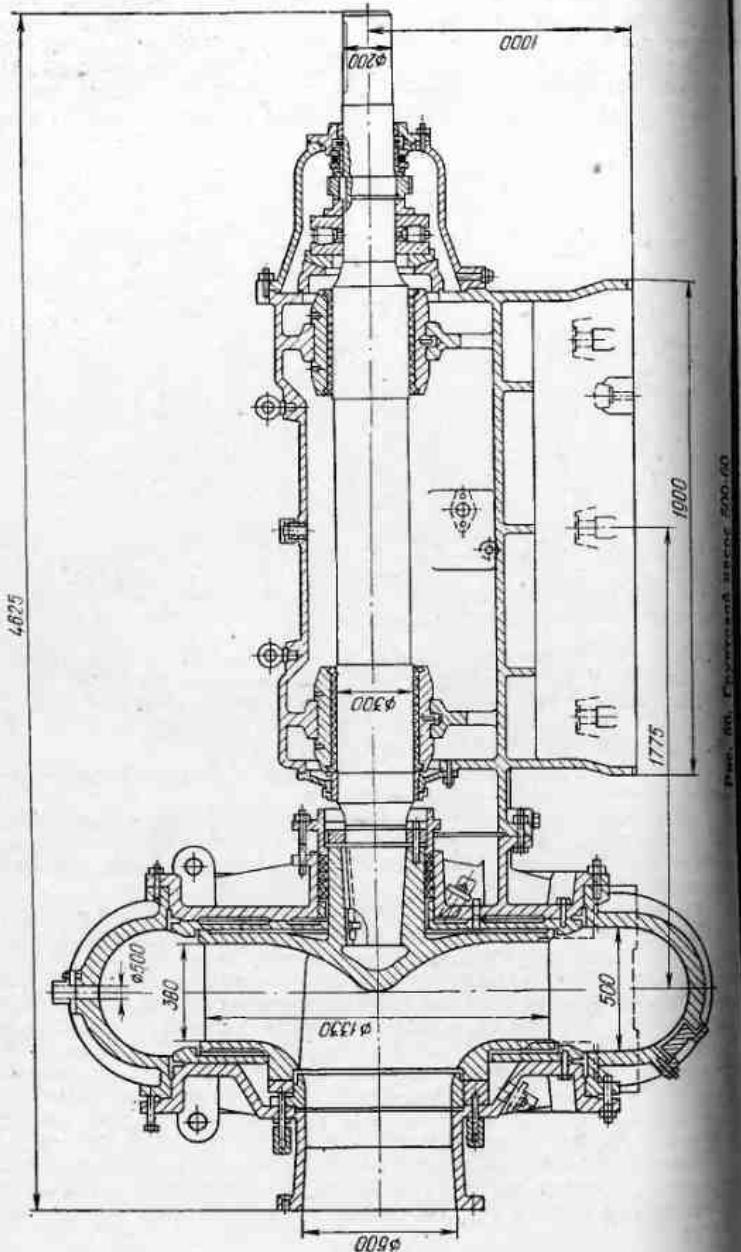
На рис. 51 представлены характеристики грунтового насоса 500-60 до и после модернизации (увеличение диаметра входа и наружного диаметра рабочего колеса).

Грунтовой насос 500-60 изготавливают для одноименных землесосных снарядов по специальным заказам.

Грунтовой насос 1000-80 (рис. 52) создан для одноименного землесосного снаряда как единый агрегат с электродвигателем мощностью 4400 кВт при напряжении 6 кВ и является самым крупным из изготавливаемых в СССР.

Грунтовой насос 1000-80 существенно отличается от других грунтовых насосов. Вал насоса и вал электродвигателя соединены в одно целое жесткими кованными фланцами на призонных болтах. Общий вал лежит в трех подшипниках скольжения, смонтированных на тяжелой сварной раме. Упорный подшипник решен в виде специальной пяты и находится в общем корпусе с задним опорным подшипником. Такое решение позволило значительно сократить длину агрегата. В остальном его устройство аналогично устройству насосов, описанных выше. Насос отличается компактностью; так, консольный вылет его вала равен всего 1170 мм, тогда как у грунтового насоса 500-60, имеющего вдвое меньшую производительность, он равен 1050 мм.

Диаметр улитки насоса 1000-80 равен 3430 мм при массе 11,8 т. Передняя и задняя крышки улитки грунтового насоса защищены бронедисками. Диаметр всасывающего патрубка равен 854 мм, нагнетательного — 800 мм.



Рабочее колесо насоса 1000-80 четырехлопастное, наружный диаметр рабочего колеса 2310 мм, ширина рабочего колеса 420 мм, проходной диаметр 350 мм, масса 4500 кг. Сальниковое уплотнение промывается чистой водой.

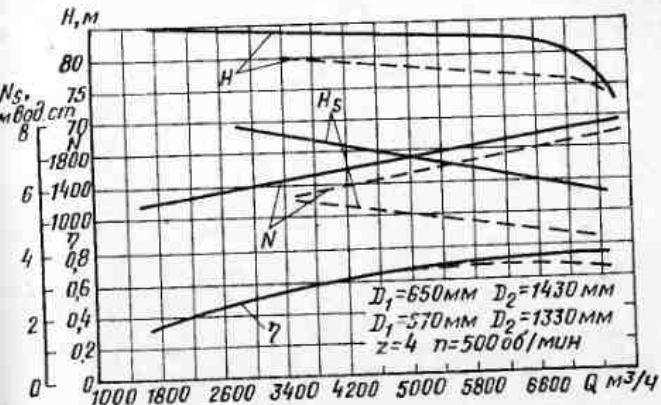


Рис. 51. Характеристика грунтового насоса 500-60

Масса землесосного агрегата 1000-80 равна 56,5 т, в том числе масса насоса составляет 26,5 т. Характеристика грунтового насоса 1000-80 показана выше, на рис. 38.

Грунтовой насос 1000-80 изготавлялся заводами «Уралтяжмаш» и «Уралхиммаш».

Стандартный ряд грунтовых насосов. До последнего времени в СССР изготавливали на различных заводах неоправданно большое количество типов различных грунтовых насосов. В целях упорядочения этой области машиностроения утвержден ГОСТ 9075-63 на центробежные грунтовые насосы, который введен в действие с 1 января 1965 г.

Стандарт распространен на насосы, предназначенные для перекачивания абразивных гидросмесей. Он охватывает насосы по подаче 7—16 000 м³/ч и по напору 8—80 м вод. ст.

Грунтовые насосы могут быть трех типов: Л — легкие однокорпусные; Р — легкие с футеровкой из резины; Т — тяжелые двухкорпусные с защитной футеровкой из износостойчивых материалов.

В настоящее время Бобруйский машиностроительный завод имени Ленина серийно выпускает следующие грунтовые насосы: ЗГр-8, ЗГрТ-8, 5Гр-8, 5ГрТ-8, 5ГрУ-12, 8ГрТ-8, 8ГрУ-12, 12ГрТ-8, 10ГрУЛ-8, 12ГрУЛ-12, 16ГрУЛ-8, 16ГрУТ-8, 20ГрТ-8. Кроме того, подготовлено серийное производство насосов 10ГрУ-8, 12ГрУЛ-8, 12ГрУТ-8, 20ГрУЛ-8. По заказам могут изготавливаться насосы 28ГрУ-12 и 28ГрТ-8.

Насосы серии Гр имеют четырехлопастные рабочие колеса, а серии Гру — трехлопастные. Все насосы тяжелой серии, за исключением 20ГрТ-8, имеют напорные патрубки, направленные вертикаль-

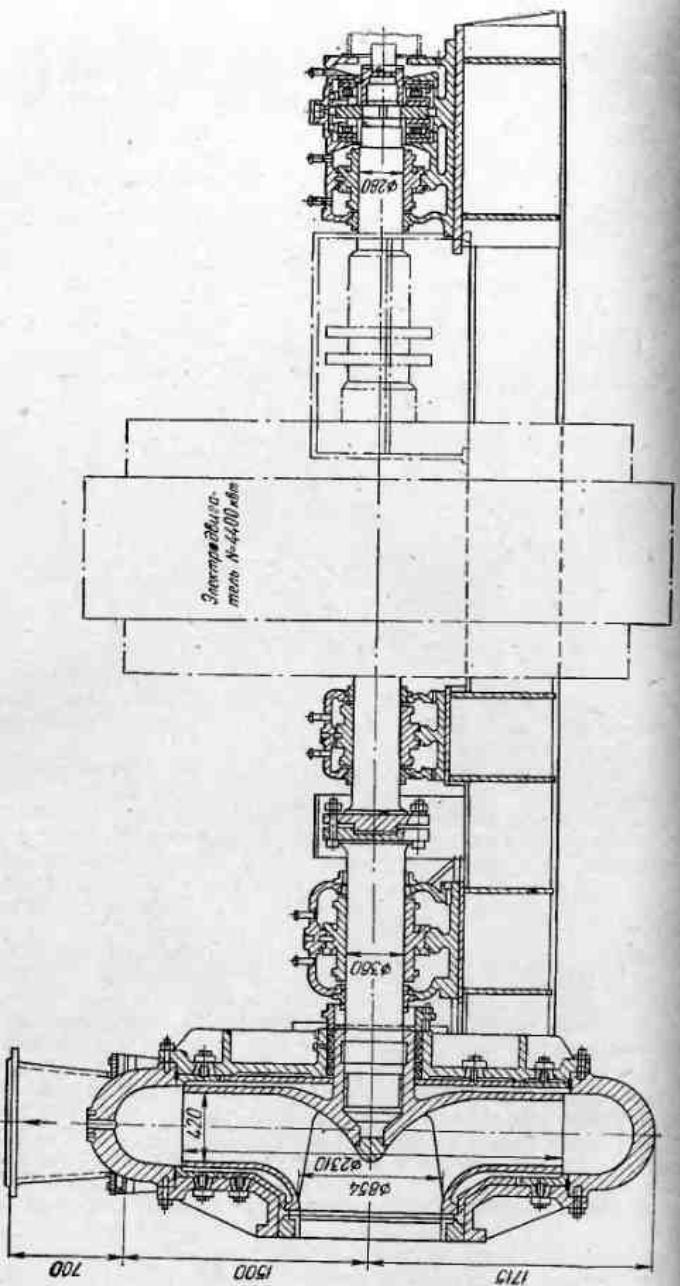


Рис. 82. Грунтовой насос 1000-80

во вверх. По требованию заказчика завод может поставлять насосы с горизонтальным направлением напорного патрубка.

Название марки расшифровывают так: цифры, стоящие перед буквами, — диаметр входного патрубка в миллиметрах, уменьшенный в 25 раз; Гр — грунтовой; последние цифры — коэффициент быстроты, уменьшенный в 10 раз. Индекс «у» означает уширенный с увеличенным проходным сечением проточной части.

В табл. 16 приводятся технические характеристики насосов серии Гр.

Таблица 16
Техническая характеристика насосов серии Гр

Типоразмеры	Подача		Напор H , м вод. ст.	Частота вращения, об/мин	Допускаемая вакуумметрическая высота всасывания, доп. $H_{вак.}$, м вод. ст., не более		Коэффициент полезного действия, %, не менее	Мощность потребляемая насосом при перегруженном режиме, кВт, не более	Размер проходного сечения, мм
	м³/ч	л/с			для расчетного режима	для нерегулирующего режима			
2Гр-6	20	5,6	19	—	9	9	32	2,2	29
2,5Гр-6	40	11,1	20	—	8,5	8	37	5,9	37
3Гр-6	67	18,6	30	1450	8	7,5	42	13	43
3Гр-8	50	13,6	16	—	8,5	8	63	6,5	40
5Гр-8	150	41,6	35	—	7,8	7	66	27,8	55
5Гр-8	150	41,6	33	—	—	7,5	63	26,3	70
5Гр-12	150	41,6	16,5	—	8	7	62	13,1	70
8Гр-8	400	111	38	985	—	6,5	67	79	85
8Гр-8	—	—	36	985	—	—	—	75,8	110
8Гр-12	400	111	19,5	985	7,5	7	64	43,3	110
10Гр-8	740	206	41	—	—	6,5	68	152,5	118
10Гр-8	600	168	38	—	8	7,5	65	147,2	150
12Гр-8	1330	370	58	730	7	6	69	380	140
12Гр-8	1330	370	55	—	7,2	6,5	66	368	—
12Гр-12	1320	367	28	—	7,4	7,6	67	173	—
12Гр-12	1050	292	18	—	8	8	—	87,2	180
16Гр-8	—	—	61	585	7	5,8	71	649	—
16Гр-8	2140	595	58	585	7,2	6,3	68	618	230
20Гр-8	4000	1110	70	485	6,5	5	73	1310	—
20Гр-8	4000	1110	67	485	6,8	6	70	1273	—
20Гр-12	—	—	33	485	—	6,5	68	631	300
20Гр-12	3000	830	19	485	8	7,8	—	280	—
28Гр-8	—	—	72	365	6,5	4,8	74	2420	310
28Гр-8	7000	1940	69	—	6,7	5,8	72	2257	400
36Гр-8	—	—	74	—	6	4,2	75	3825	—
36Гр-8	12 000	3340	70	300	6,2	4,9	72	3790	—
36Гр-12	—	—	37	—	5,8	5,5	73	1897	500
36Гр-12	10 000	2780	26	250	7	6,5	—	1103	—

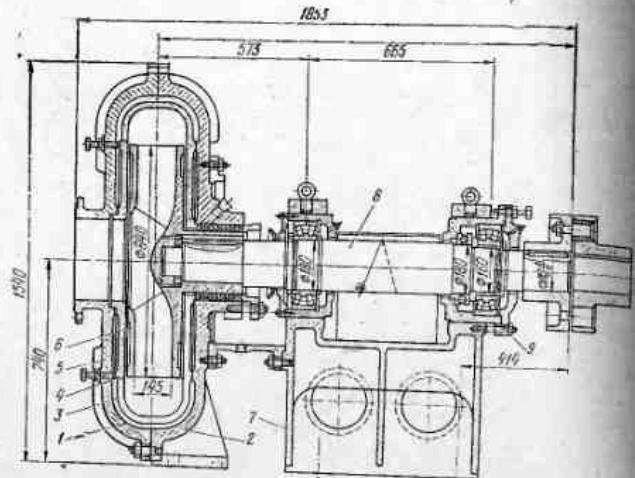


Рис. 54. Грунтовой насос 12ГрТ-8

1 — передняя половина наружного корпуса; 2 — задняя половина наружного корпуса; 3 — внутренний корпус; 4 — бронедиск; 5 — прижимные винты бронедиска и внутреннего корпуса; 6 — рабочее колесо; 7 — станина; 8 — вал; 9 — винты для регулирования зазора между рабочим колесом и бронедиском.

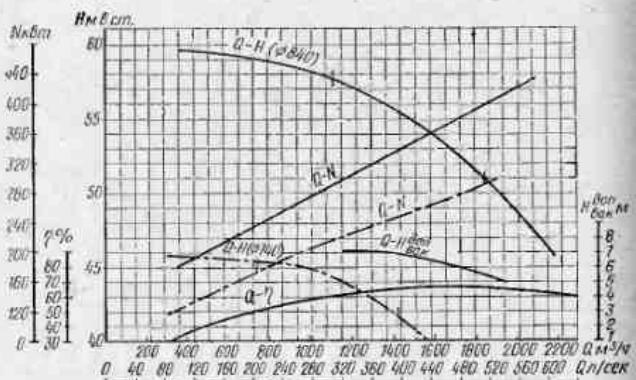


Рис. 55. Характеристика грунтового насоса 12ГрТ-8

Корпус этого грунтового насоса, как и всех других насосов легкой серии (Л), не имеет защитной рубашки, поэтому его делают из специальной износостойчивой стали. Рабочее колесо трехлопастное. Крышки корпуса защищены от износа бронедисками, отлитыми из высококромистого чугуна. Бронедиски устанавливают на посадочные места корпуса и прижимают специальными шпильками. Узел уплотнения регулируется. Сальник насоса защищен промывкой чистой водой.

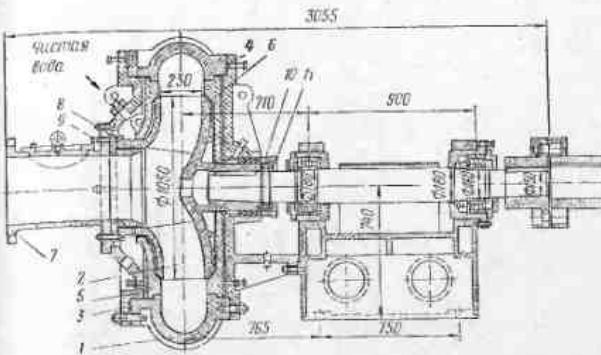


Рис. 56. Грунтовой насос 16ГруЛ-8

1 — корпус; 2 — рабочее колесо; 3 — передняя крышка; 4 — задняя крышка; 5 — бронедиск (передний); 6 — бронедиск (задний); 7 — всасывающий патрубок; 8 — уплотнительное кольцо; 9 — винты для регулирования уплотнительного кольца; 10 — кольцо для крепления рабочего колеса; 11 — сальниковая крышка

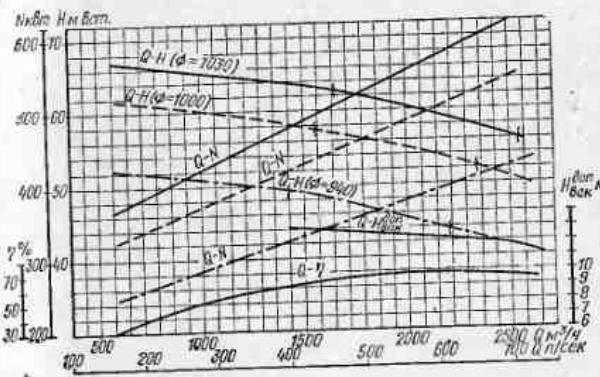


Рис. 57. Характеристика грунтового насоса 16ГруЛ-8

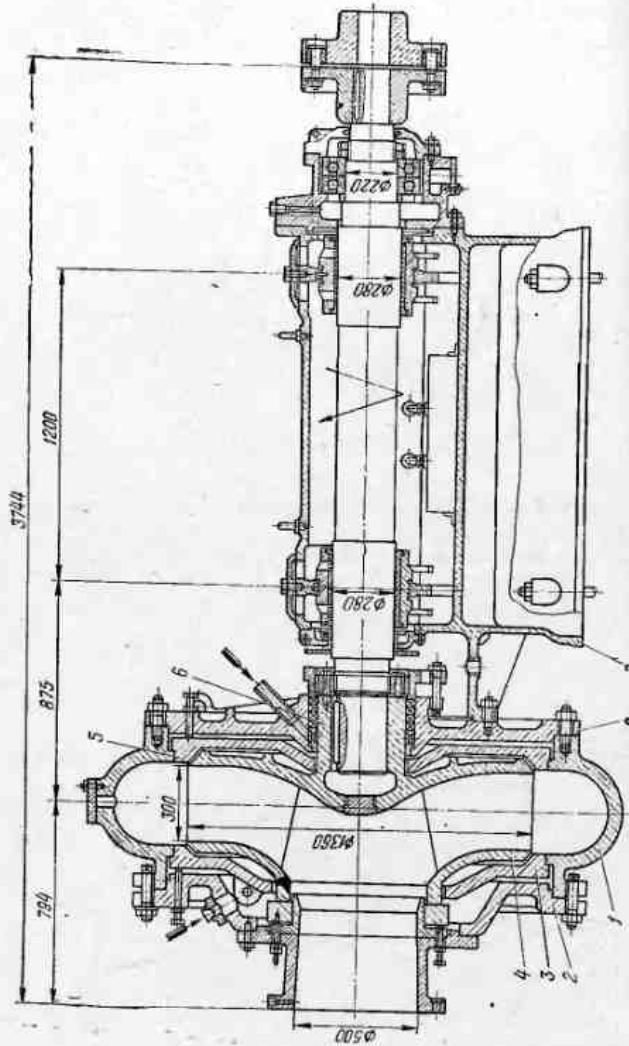


Рис. 58. Грунтовой насос 20ГруЛ-8
1 — корпус; 2 — крышка; 3 — бронзовая; 4 — рабочее колесо; 5 — бронзовый; 6 — сальник; 7 — кронштейн;

Посадка рабочего колеса на вал конусная. Натяг обеспечивается шпильками, ввернутыми в торец ступицы рабочего колеса. Заднюю крышку насоса крепят к кронштейну станины. Напорный патрубок грунтового насоса направлен вертикально вверх.

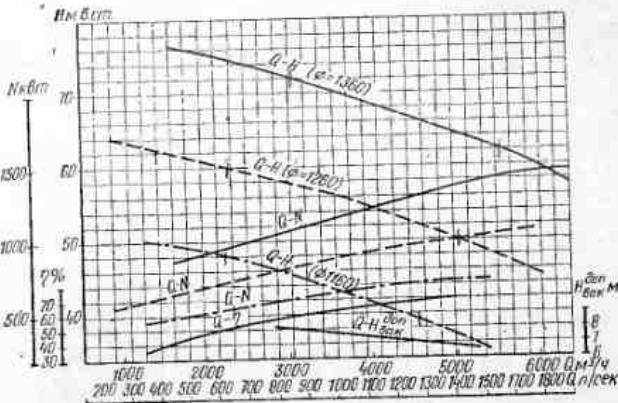


Рис. 59. Характеристика грунтового насоса 20ГруЛ-8

Сальниковое уплотнение и корпуса насосов стандартной серии рассчитаны на последовательное включение двух насосов одинаково-го типоразмера.

К насосам этого типа могут изготавливаться рабочие колеса трех различных диаметров: 1160, 1260 и 1360 мм, соответственно подача в оптимальной точке будет изменяться в пределах 3200—4000 м³/ч и напор — в пределах 44,5—67 м вод. ст.

Подшипники скольжения имеют кольцевую смазку. Осевые силы воспринимаются одним сдвоенным радиально-упорным шарикоподшипником. Направление вращения рабочего колеса — по часовой стрелке, если смотреть со стороны двигателя. Характеристика этого насоса приведена на рис. 59.

Подбор электродвигателей к грунтовым насосам. Грунтовые насосы так же, как и насосы для чистой воды, поставляются завода-ми komplektno с электрическим двигателем. В случае необходимости подбора электродвигателя можно пользоваться формулами (7) и (8), принимая для γ максимальную возможную плотность пульпы. Запас мощности привода грунтовых насосов принимается в пределах 1,25—1,5. Для обоснованного выбора запаса мощности следует пользоваться рабочей характеристикой грунтового насоса.

В средних условиях для определения мощности привода грунто-вого насоса можно пользоваться формулой

$$N_B = 0,008 Q H \text{ кВт},$$

где Q — паспортная производительность грунтового насоса по пуль-
пе, м³/ч;
 H — полный напор, развиваемый грунтовым насосом, в м
вод. ст.

Таблица 17

Ненадежности грунтовых насосов и способы их устранения

Ненадежность	Причина ненадежности	Способы обнаружения ненадежности	Способы устранения ненадежности	
Электрордвигатель слишком долго или совсем не может отка-зывать воздух на грунтового насоса	Воздух проходит через неплотные соединения, сальники, вентили, фланцы, обратный клапан, шильжи крепления бронедиска, болты уплотнительного колпака. Вентиль между грунтовым насосом и элек-тором или сам элек-тор не разыгрывает нужной попытки в напоре	По времени заполнения, грунтового насоса водой. На слух или при помощи горячий свечи найти место подсоса воздуха	Исправить уплотнение. Разобрать и пропустить центрифугу или элек-тор. Вернуть работу вспомога-тельный насоса	
Грунтовой насос не разыгрывает нормальной попытки или напора	Частичное засорение всасывающего тракта или рабочего колеса грунтового насоса. Частичное засорение напорного пульповода при перекачивании крупного ма-териала. Большие зазоры между торцом рабочего ко-леса и уплотнительным кольцом. Чрезмерный износ лопаток рабочего колеса	По показаниям манометра, вакумметра и расходо-мера. Осмотром всасываю-щего тракта и рабочего ко-леса через прозрачную решетку. Проверкой через напорного пульпо-вода. Измерением при по- мощи специального шупа зазора между уплотнитель-ным кольцом и торцом рабочего колеса	Устраниить обгарнутое засорение. Отрегулировать зазор по сборочному чертежу или по инструкции. Если это необходимо, заменить изношенное уплотнительное кольцо. Заменить изношенное рабочее колесо. Уст-ранить причины, вызвавшие нарушение нормального ре-жима во всасывающем и в напорном тракте	
Продолжение табл. 17				
Ненадежность	Причина ненадежности	Способы обнаружения ненадежности	Способы устранения ненадежности	
При работе грунтового на-соса слышны глухие удары	Вследствие резкого и значи-тельного увеличения сопро-тивления во всасывающем тракте или падения сопро-тивления в напорном грун-товом насос работает в зо-не кавитации	Более колеса. Осмотром рабочего колеса. В корпусе насоса появляются характерные шумы, частые удары	Прослушиванием корпуса грунтового насоса	Очистить рабочее колесо. Устраниить причину попада-ния воздуха в корпус насоса
Нагрев центральной ча-сти крышки насоса со сто-роны всасывающей трубы. Электродвигатель перегре-жен	В колесо попал камень или другой предмет. В на-сос периодически попадают значительные объемы воздуха. Торец рабочего колеса трется об уплотнительное кольцо	Нагрев крышки обнаружи-вается рукой, на ощупь	Нагрев крышки обнаружи-вается рукой, на ощупь	Отрегулировать зазор между рабочим колесом и уплотнительным кольцом. Проверить и отрегулировать упорный подшипник
Нагревание опорных под-шипников	Неправильная регулиро-вка зазора подшипника. Не-достаточное количество смазки. Загрязнение смазки. Недостаточное охлаждение смазки в ходильнике (ес-ли таковой имеется)	Ощупыванием подшипни-ка или по показанию термо-метра (если такой уста-новлен)	Проверить прилегание подшипника, если требуется пришабрить. Добавить смаз-ку, промыть подшипники и сменить смазку. Проверить исправность системы охлаж-дения масла	

Ненормальность	Причина ненормальности	Способы обнаружения неисправности
Нагревание сальниковой коробки	Сальниковая затяжка крышки сальника. Иногда попадание в уплотнение грунта	Ощупыванием сальниковой коробки. При сильном перетрепе из сальниковой коробки идет пар или даже льюм
Быстро изнашивается сальник	Неплотная посадка рабочего колеса на вал. Вибрация колеса. Нарушение центровки ступинь, рабочего колеса относительно центра сальниковой коробки	По сроку службы сальниковой набивки, которая должна стоять не менее 150—180 ч
Вибрация грунтового насоса:	а) вибрации муфты спиральной ванны б) вибрации вала в) вибрации рабочего колеса, ритмические толчки	<p>На ощупь устанавливается район максимальной вибрации</p> <p>а) Неправильная посадка полумуфты на вал грунтового насоса или неправильная центровка с валом электродвигателя</p> <p>б) Погнутость вала или чрезмерная износленность подшипников</p> <p>в) Неправильная балансировка рабочего колеса</p>

Электродвигатель принимают согласно каталогу. Тип электродвигателя выбирают в зависимости от конкретных условий его подключения. Особые требования при выборе типа электродвигателя могут возникнуть при наличии в той или иной системе регулирования числа оборотов.

Ремонт грунтовых насосов. Ремонт грунтовых насосов всех типов в основном сводится к замене изношенных деталей и регулированию зазоров между ними.

Широко применяется также восстановление изношенных деталей электронаплавкой (см. ниже).

Наиболее часто встречающиеся неисправности грунтовых насосов, требующие немедленного устранения, сведены в табл. 17.

Для обеспечения нормального хода ремонта грунтовых насосов важнейшим является наличие достаточного количества запасных частей. Нормы расхода запасных частей устанавливаются на основе данных об износе отдельных деталей грунтовых насосов; эти нормы утверждаются в установленном порядке и публикуются в нормативных справочниках. Так, например, в системе Минэнерго ССРР в настоящее время действует Сборник норм расхода запасных частей и материалов на ремонт и эксплуатацию машин гидромеханизации (М., «Энергия»).

Предохранение и восстановление грунтовых деталей насосов способом электронаплавки. Наплавку при реставрации деталей ведут простыми электродами с меловой обмазкой, с налесением последних защитных слоев электродами твердого сплава марок Т-590 и Т-620.

Электрод Т-590 выполняют из малоуглеродистой сварочной проволоки диаметром 4 мм, длиной 450 мм, покрытой легирующей обмазкой, состоящей из тонкомолотого феррохрома, карбида бора и серебристого графита.

Нормальные электроды должны давать ровную литую поверхность, образующиеся шлаки должны легко удаляться. Твердость наплавки проверяют прибором Роквелла при нагрузке 150 кг. Электроды Т-590 должны давать твердость 58—64, а электроды Т-620 — твердость 55—60.

В табл. 18 приводится химический состав обмазки электродов Т-590 и Т-620.

Таблица 18

Состав обмазки для электродов

Состав обмазки	Содержание, %	
	Марка электрода	
	T-590	T-620
Феррохром	90	75
Ферротитан	—	15
Карбид бора	5	5
Графит серебристый	5	5

Средний объем работ по восстановлению улиток грунтовых насосов характеризуется следующими показателями (табл. 19).

Таблица 19

Объем работ по восстановительной наплавке и расход электродов

Показатель	Тип грунтового насоса	
	500-60	20Р-11
Внутренняя поверхность улитки, м ²	7	3,3
Объем наплавки, см ³	40 000	25 000
Площадь наплавки твердым сплавом, см ²	60 000	30 000
Расход меловых электродов по массе проволоки, кг	450	300
Расход электродов твердого сплава (с обмазкой), кг	300	150

При наплавке необходимо следить за тем, чтобы ремонтируемая деталь не перегревалась, поэтому наплавку выполняют участками размером 50–60 см поочереди на различных участках.

Улитки, рабочие колеса и бронедиски грунтовых колес наплавляют в один-два приема толщиной 4–6 мм. Тонкие детали наплавляют на стальных или лучше медных подкладках в прижатом к ним состоянии, что способствует лучшему отводу тепла. Наплавляемый участок бронедисков и рабочих колес должен быть в горизонтальном положении.

Для наплавки крупных деталей, например улиток, иногда применяют устройство, позволяющее повернуть деталь так, чтобы наплавляемый участок был горизонтальным.

Для наплавки применяют сварочные аппараты переменного или постоянного тока при токе 200–250 А. При покрытии деталей твердым сплавом и меловыми электродами необходимо после наплавки тщательно очистить от шлака все восстановленные участки. Твердым сплавом поверхность покрывают параллельными рядами с обязательным перекрытием одного ряда другим. При многослойной наплавке последующие ряды наплавляют перпендикулярно предыдущим.

Покрытия электродами Т-620 несколько мягче покрытий электродами Т-590, поэтому лучше сопротивляются ударной нагрузке. Покрытие электродами Т-590 более стойко на истирание.

При быстром остывании наплавленной детали возможно растрескивание наплавленного слоя, поэтому важно создать условия, обеспечивающие медленное равномерное остывание.

Вести наплавку при отрицательных температурах воздуха нельзя. Реставрацию деталей грунтовых насосов осуществляют также с помощью сварочных полуавтоматов и автоматов. К наплавочному автомату ОРГРЭС создано приспособление, позволяющее наплавлять круговую поверхность бронедиска концентрическими швами с шагом, равным 15 мм при ширине шва 20–23 мм со скоростью око-

ло 6 м/мин. Благодаря достаточно сильным прижимам бронедиски коробятся незначительно; так, для бронедисков грунтового насоса 20Р-11 коробление не превышает 2–3 мм. Поверхность бронедисков, наплавленных с помощью автоматов, оказывается достаточно гладкой и прочной.

5. Землесосные установки

Применение стационарных землесосных установок в строительстве ограничено, так как забой, удаляясь от зумфса, быстро теряет свою высоту. Такие установки могут с успехом применяться на вскрышных работах, если поверхность полезного ископаемого имеет достаточный уклон в сторону установки.

Принципиальная схема стационарной установки показана на рис. 60. На установке смонтированы два грунтовых насоса, параллельно работающих на общий пульповод. Чистая вода для промывки грунтового насоса и его зарядки подается насосом или непосредственно из водовода, пытающего гидромонитор. Такие установки монтируются на месте работ по типовым или индивидуальным проектам.

Передвижные землесосные установки серийно не изготавливают. Ниже дается описание и приводятся технические характеристики некоторых установок.

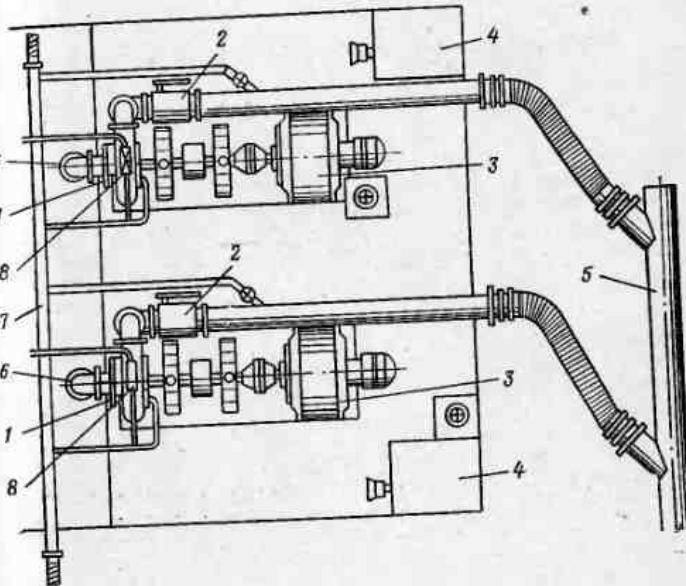


Рис. 60. Схема стационарной землесосной установки (в плане)
1 — грунтовые насосы; 2 — обратные клапаны; 3 — электрические двигатели; 4 — пусковые ящики; 5 — напорный пульповод; 6 — всасывающие трубы; 7 — труба для подачи чистой воды; 8 — эжекторы

Передвижная землесосная установка ЗГМ-1-350А (рис. 61) предназначена для гидромониторных работ. Установка смонтирована на жестком металлическом щите, состоящем из двух шарнирно связанных частей. На одной части панели смонтированы грунтовой насос (ЗГМ-1-350А), всасывающая труба и устройство для ее подъема. Подъем трубы осуществляется с помощью электрической лебедки. На другой части панели смонтированы электродвигатель и пусковая электроаппаратура.

Грунтовой насос и электродвигатель соединены между собой шарнирной муфтой. Около всасывающего патрубка грунтового насоса делается легко открываемая ревизия для очистки рабочего колеса. На напорной линии смонтирован обратный клапан. Подключение напорного трубопровода к магистральному пульпопроводу решается по-разному в зависимости от принятой схемы разработки забоя.

Пусковой эжектор и все вспомогательное водоснабжение установки питается водой из гидромониторных водоводов.

Надстройка сделана только над электрическими устройствами. Контроль за работой грунтового насоса обеспечивается с помощью манометров и вакуумметров. (Следует иметь в виду, что если в процессе эксплуатации предусмотрена промывка насоса обратным столбом пульпы, вакуумметр устанавливать нельзя, его следует заменить мановакуумметром, т. е. прибором, измеряющим давление, превышающее атмосферное.)

Техническая характеристика установки ЗГМ-1-350А

Техническая производительность, м ³ /ч	228
Установленная мощность электродвигателей, кВт	510
Мощность низковольтных электродвигателей, кВт	10
Максимальная глубина опускания всасывающей трубы (от поверхности земли), м	2,5
Лебедки для подъема всасывающей трубы:	
количество	1 шт.
тип	однобарabanная электрическая
Тяговое усилие, т	1,5
Диаметр трубопровода на установке, мм:	
всасывающего	400
напорного	400
Габаритные размеры установки, м:	
длина (без всасывающей трубы)	10,44
ширина	2,7
высота	3,17
масса, т	19,45

Установка может быть разобрана на блоки, допускающие перевозку по железной дороге.

Рабочие чертежи землесосной установки ЗГМ-1-350А выполнены КПК треста «Гидромеханизация» Минмонтажспецстроя СССР.

Условное обозначение установки УП-00-00-00.

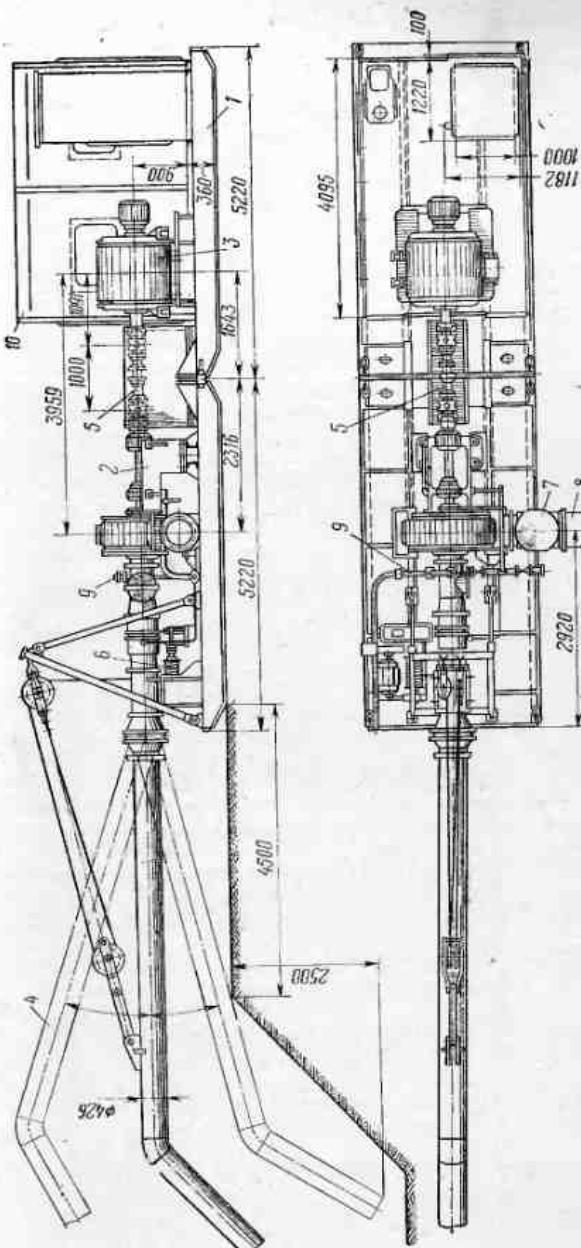


Рис. 61. Передвижная землесосная установка ЗГМ-1-350А

1 — Жесткий металлический щит; 2 — грунтовой насос; 3 — всасывающая труба; 4 — электродвигатель; 5 — муфта; 6 — лебедка; 6 — эжектор; 7 — обратный клапан; 8 — напорный пульпопровод; 9 — насосный пульпопровод; 10 — надстройка

Передвижная землесосная установка 20Р-11. Установка предназначена для гидромониторных работ в комплексе с гидромониторами ГМ-350. Грунтонасосный агрегат смонтирован на массивных из труб диаметром 500 мм. Скелет обстойки также выполнен из труб диаметром 150 мм. Внутри установки смонтирован мостовой кран с электротельфером грузоподъемностью 5 т.

Управление гидромонитором, а также управление электролебедкой, регулирующей глубину опускания всасывающей трубы, дистанционное, сосредоточено на одном пульте. Управление этими двумя операциями одним лицом, несомненно, целесообразно, так как регулирование глубины опускания всасывающей трубы непосредственно связано с управлением гидромонитором. Масса всей установки составляет 48 т. Масса металлоконструкций 22 т.

Установка запроектирована и изготовлена в полевых мастерских Губкинского СУ всесоюзного треста «Гидромеханизация» Минэнерго СССР. Производительность землесосных установок определяется производительностью применяемых грунтовых насосов и колеблется обычно в пределах 800—4000 м³/ч пульпы. Производительность по грунту определяется консистенцией пульпы, поступающей в зумпф.

Естественно, что производительность землесосных установок должна быть увязана с производительностью гидромониторов, питающих их пульпой.

6. Производительность гидромониторов

Размывающая способность гидромониторной струи характеризуется давлением ее на забой.

В табл. 20 приведены значения удельных давлений на забой.

Таблица 20

Удельное давление на забой

Напор, м вод. ст.	Расстояние от насадки, м	Давление струи, МПа при диаметре насадки, мм		
		75	90	100
60	5	3	3,8	4,3
	10	1	1,4	1,7
	15	0,5	0,7	0,8
	20	0,3	0,4	0,5
80	5	7,6	9,5	10,9
	10	2,6	3,5	4,1
	15	1,1	1,6	1,9
	20	0,7	1	1,2

Как видно из таблицы, с увеличением диаметра насадки при постоянном значении остальных параметров удельное давление струи возрастает. Дальность полета струи, если пренебречь сопротивлением воздуха, определяется выражением.

$$l = 2 \varphi^2 H \sin 2\alpha, \quad (19)$$

где l — максимальная дальность полета струи, м; H — напор у насадки, м вод. ст.; φ — коэффициент скорости истечения из насадки, принимается равным 0,96—0,98; α — угол наклона струи к горизонту.

Оценивая струю по ее пригодности для эффективного размыва грунта в первом приближении, можно принять, что удаление забоя от насадки не должно превышать 0,3 l_{\max} .

Водопроизводительность (расход) Q , м³/с гидромонитора определяют по формуле

$$Q = \mu \omega V \sqrt{2gH}, \quad (20)$$

где μ — коэффициент расхода, равный 0,9—0,93; ω — площадь отверстия насадки, м²; g — ускорение свободного падения.

Исходя из этого уравнения, задаваясь расходом, можно вычислить площадь отверстия насадки, а следовательно, и ее диаметр.

На рис. 62 приведена nomogramma, позволяющая по двум из трех величин, входящих в формулу (20), находить третью. Например, требуется определить диаметр насадки, которая могла бы пропустить 340 л/с при напоре 60 м вод. ст.

Соединяя прямой линией (см. рис. 62) деление, соответствующее напору 60 м на шкале давлений с делением, соответствующим расходу 340 л/с на шкале расходов, и продолжив эту прямую до пересечения со шкалой диаметров насадки, находим диаметр насадки для данного случая (116 мм). Допустим, что требуется определить, какое давление необходимо для того, чтобы насадок диаметром 62 мм мог пропустить расход, равный 100 л/с. Проводим прямую 2 до пересечения со шкалой напоров и находим $H=65$ м вод. ст.

Определив водопроизводительность гидромонитора и найдя по соответствующим нормам количество воды, потребное для размыва того или иного грунта, можно приблизительно рассчитать и производительность гидромонитора по грунту в тех или иных конкретных условиях.

Потери напора в гидромониторах определяют по данным прямых измерений. В табл. 21 приведены величины замеренных потерь напора в гидромониторах ГМ2-200 и ГМ-250 в зависимости от расхода воды.

На рис. 63 приведен график, позволяющий определять потери напора в зависимости от расхода воды в гидромониторе ГМДУЭГ-250 (без учета потерь в насадке).

Удельный расход воды q_u , необходимый для размыва и транспортирования 1 м³ грунта, можно определить по ЕНиР 2-2.1969 г. (см. табл. 21а).

Классификация грунтов по трудности их разработки гидромониторами зависит от гранулометрического состава и приведена в ЕНиР сб. 2, вып. 2, гл. 2, табл. 3 (1969 г.).

В ЕНиР приводится ряд снижающих и повышающих коэффициентов для корректировки данных табл. 5 в зависимости от высоты забоя, засоренности забоя, наличия мерзлых грунтов в забое и т. д.

Потери напора в гидромониторах

Расход воды, л/с	Потери напора, м вод. ст.	
	ГМ2-200	ГМ-250
60	1,3	—
70	1,5	—
80	2,6	—
90	2,8	—
100	2,9	1
120	4	2,2
140	5,3	2,8
160	6,5	3,6
180	8	4,5
200	10	5,5
220	12	6,4
240	—	7,5
260	—	8,8
280	—	10,2
300	—	12

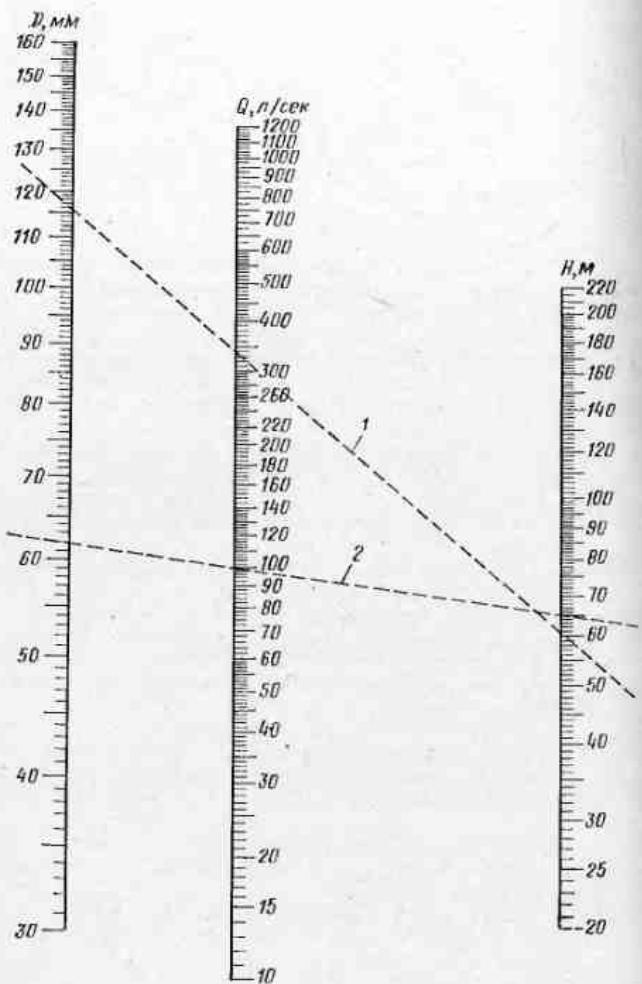
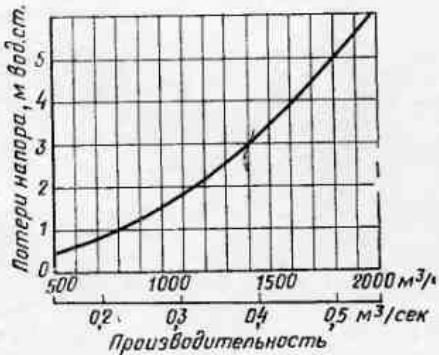


Рис. 62. Номограмма для расчета гидромониторов

Рис. 63. График для определения потерь в гидромониторе ГМДУ-250 (без потерь в насадке)



Коэффициент использования гидромониторов по времени назначается в зависимости от характера выполняемой работы и также регламентирован ЕНиР.

Производительность гидромонитора определяют по формуле

$$Q_{\text{тр}} = \frac{3600 Q_{\text{в}}}{q_{\text{уд}}} , \quad (21)$$

где $Q_{\text{тр}}$ — производительность гидромонитора по грунту, $\text{м}^3/\text{ч}$;
 $Q_{\text{в}}$ — водопроизводительность гидромонитора, определяемая по формуле (20) или по номограмме, приведенной на рис. 62.

Данные для расчета производительности гидромониторов

	Наименование грунтов	Высота забоя						Более 15 м		
		3—5 м	5—15 м	напор воды в м под. ст.	удельный расход воды, м ³ / сек.	напор воды в м под. ст.	удельный расход воды, м ³ / сек.	напор воды в м под. ст.	удельный расход воды, м ³ / сек.	напор воды в м под. ст.
I	Грунты предварительно разрыхленные, неслежавшиеся	5	30	2,5	4,5	40	3,5	3,5	50	4,5
II	Пески мелкозернистые	30	2,5	40	3,5	50	4,5	50	4,5	4,5
	Пески пыльчатые	30	2,5	40	3,5	50	4,5	50	4,5	4,5
	Суглики легкие	6	30	1,5	5,4	40	2,5	4	50	3
	Лессы рыхлые	40	2	50	3	40	40	40	40	4
	Торфы разложившиеся	40	1,5	50	2,5	40	40	40	40	2,5
III	Пески среднезернистые	30	3	40	4	40	4	50	50	5
	Пески разнозернистые	30	3	40	4	50	4,5	5	50	5
	Суглики средние	40	1,5	6,3	50	2,5	5	60	60	3
	Суглиники легкие	50	1,5	6,3	60	2,5	60	70	70	3
	Лессы плотные	60	2	70	3	70	3	80	80	4
	Пески крупнозернистые	9	50	1,5	8,1	40	5	7	50	6
	Суглиники средние и тяжелые	70	1,5	80	60	2,5	70	70	70	3
	Глины тяжелые	70	1,5	80	80	2,5	90	90	90	3
IV	Песчано-гравийные грунты	12	40	5	10,8	50	6	9	60	7
	Глины полужирные	80	2	100	100	3	120	120	120	4
V	Песчано-гравийные грунты	14	50	5	12,6	60	6	10	70	7
	Глины полужирные	100	2,5	120	3,5	140	4,5	140	140	4,5
VI	Песчано-гравийные грунты									
	Глины полужирные									

Количество гидромониторов, необходимое для выполнения заданного объема работ, определяют по формуле

$$n = \frac{Q_{\text{пол}}}{Q_{\text{тр}} t K_t}, \quad (22)$$

где n — потребное количество гидромониторов (без резервных);
 Q — объем работ, подлежащих выполнению на рассматриваемом объекте за t часов;
 t — календарная продолжительность работы n гидромониторов в часах;
 K_t — коэффициент использования рабочего времени.

ГЛАВА V

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЗЕМЛЕСОСНЫХ РАБОТ

1. Общая компоновка и классификация землесосных снарядов

Землесосный снаряд представляет собой землеройно-транспортную машину непрерывного действия, т. е. машину, разрабатывающую грунт в подводном забое и перемещающую его к месту укладки.

Землесосные снаряды могут разрабатывать грунт только под водой. Существует большое разнообразие землесосных снарядов. Производительность землесосных снарядов колеблется от нескольких кубических метров до нескольких тысяч кубических метров грунта в час. Глубина разработки может достигать от 2—3 м до нескольких десятков метров. Предельная дальность гидротранспортирования грунта изменяется от нескольких десятков метров до нескольких километров. Водоизмещение земснарядов изменяется соответственно от нескольких тонн до нескольких тысяч тонн.

Все современные землесосные снаряды (рис. 64) имеют следующие основные узлы.

Грунтозаборный орган (грунтозаборное устройство) предназначен для непрерывного отделения некоторого количества грунта от массива забоя.

Грунтовой насос, или, как его иногда называют, главный агрегат, превращающий основную часть энергии, расходуемой землесосным снарядом, в полезную работу по перемещению грунта. Параметры грунтового насоса являются основными для характеристики землесосного снаряда и предопределяют параметры всех прочих узлов землесосных снарядов.

Васывающий пульпопровод для соединения грунтозаборного устройства с грунтовым насосом.

Напорный пульповод для соединения грунтового насоса с береговыми пульповодами. Напорный пульповод состоит из двух частей: внутриснарядной и гибкого плавучего пульповода.

Устройства для рабочих перемещений (свайный ход и лебедки), обеспечивающие непрерывный контакт грунтозаборного устройства с разрабатываемым грунтом.

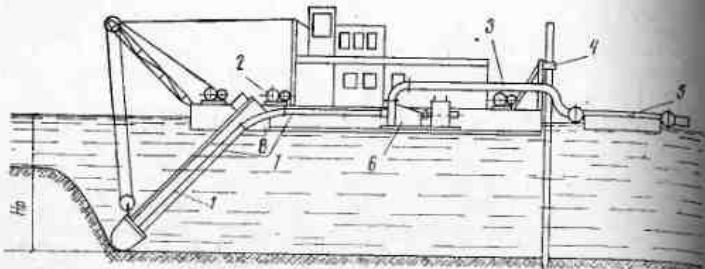


Рис. 64. Схема землесосного снаряда

1 — грунтозаборное устройство; 2 — лебедка; 3 — напорный пульповод; 4 — свайный ход; 5 — плавучий пульповод; 6 — грунтовой насос; 7 — всасывающий трубопровод; 8 — корпус

Корпус землесосного снаряда, на котором монтируются все устройства землесосного снаряда. Кроме основных узлов на землесосных снарядах имеется еще целый ряд устройств вспомогательного назначения:

устройство для подъема и опускания грунтозаборного органа; вспомогательные насосы, подающие чистую воду для промывки, смазки, уплотнения или охлаждения основных узлов, а также для питания эжекторов;

отопительные, вентиляционные и санитарно-технические устройства;

противопожарные и водоотливные системы;

всевозможные швартовые устройства;

вспомогательные грузоподъемные устройства;

сигнальные и осветительные системы и устройства внутренней и внешней связи.

В последнее время ведется работа по внедрению в управление землесосными снарядами всевозможных автоматических систем от простых автоматических блокировок, исключающих аварийные ситуации, до сложных, оптимизирующих работу землесосного снаряда автоматических систем с запоминающими и логическими элементами.

Землесосные снаряды должны быть: прочными и надежными в работе, рассчитанными на значительные перегрузки; простыми в обслуживании и гарантировать полную безопасность обслуживающего персонала; иметь достаточную транспортабельность.

На земснарядах должны быть подъемные приспособления для ремонтных работ.

Основными параметрами землесосного снаряда являются:

техническая производительность по грунту, измеряемая в $\text{м}^3/\text{ч}$; напор, который способен развивать грунтовый насос земснаряда, измеряемый в м вод. ст.; наибольшая глубина разработки, т. е. глубина, с которой может извлекаться грунт.

Кроме того, землесосный снаряд характеризуется: габаритными размерами; полным водонизмещением и осадкой; шириной прорезки, которую может разрабатывать снаряд; установленной мощностью; потребляемой землесосным снарядом мощностью, мощностью привода его основных агрегатов; тяговым усилием и скоростью плаважных лебедок.

Землесосные снаряды обозначают двумя цифрами, разделенными тире: первое число указывает условную производительность снаряда по грунту ($1/10$ производительности грунтового насоса по пульпе), второе — полный напор, развиваемый грунтовым насосом, за вычетом гидравлических потерь в пределах снаряда. Например, землесосный снаряд 300-40 имеет условную производительность $300 \text{ м}^3/\text{ч}$ грунта, т. е. 3000 м^3 пульпы, и способен развивать полезный напор 40 м вод. ст. Буква после цифр характеризует его специальное назначение. Например, в обозначении 350-50 буква «т» значит «тяжелый». Этот снаряд специально приспособлен для разработки тяжелых грунтов. В обозначении 500-70 гл. буквы «гл.» значат «глубинный» (снаряд, предназначенный для разработки грунтов за больших глубинах).

В развитие общей классификации средств гидромеханизации, приведенной в гл. I, ниже дается классификация землесосных снарядов по другим признакам.

Землесосные снаряды. Классифицируются по условной производительности согласно табл. 22.

Таблица 22

Классификация землесосных снарядов по производительности

Условия плавания, разряды по речному регистру РСФСР	Производительность землесосных снарядов по грунту, $\text{м}^3/\text{ч}$				
	особо малые, до 50	малые, 50-150	средние, 150-500	большие, 500-1000	особо крупные, более 1000
М	—	—	—	+	+
О	—	—	+	+	—
Р	—	—	+	+	—
Л	—	+	—	—	—
Вне разряда	+	—	—	—	—

Примечание. Знак плюс (+) означает наличие соответствующих снарядов в системе классификации; знак минус (—) — их отсутствие.

Классификация землесосных снарядов по другим признакам приведена в табл. 23.

Таблица 23

Классификация землесосных снарядов

Классификация по виду	Рациональности	Классификация по виду	Рациональности
Главный агрегат	Грунтотягущие насосы Эжекторы Эрлифты	Энергоснабжение	Автономное С питанием от бортовых энергосистем
Грунтозабор	Непосредственное всасывание С предварительным рыхлением	Управление	Ручное Частично автоматизированное Автоматическая
Транспортирование грунта	По плавучему пульпопроводу По подвесному пульпопроводу (самоотвозные) В трюме снаряда (самоотвозные)	Разборность для транспортирования	Неразборная Разборная
Рабочие перемещения	Тросовые Свайно-тросовые	Наличие жилых помещений	С помешаниями Без помешаний
Установка грунтового насоса	На раме На органах ниже горизонта полотна	-	-

2. Размещение оборудования на землесосном снаряде

Размещение оборудования на землесосном снаряде должно отвечать технологической целесообразности, причем должны быть обеспечены удобство и безопасность его обслуживания. Ремонт или замена отдельных видов оборудования не должны быть трудоемкими, требовать больших демонтажных работ и тем более не требовать при выполнении их газовой или электрической резки и сварки. Размещение оборудования должно быть оптимальным с точки зрения его удифферентировки.

Размещение грунтового насоса. Известны пять различных способов размещения грунтового насоса по высоте (рис. 65).

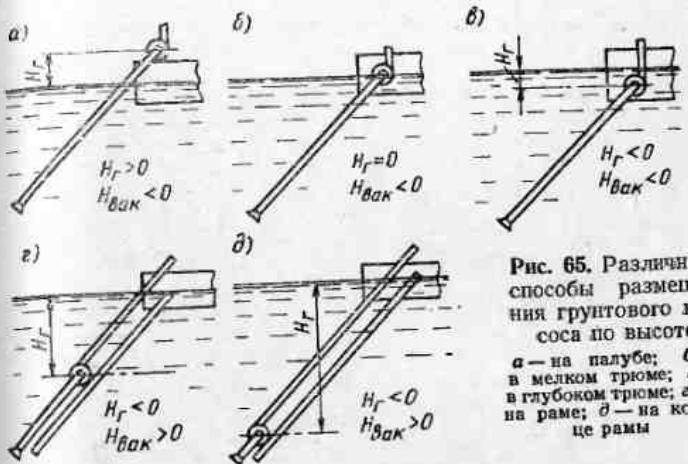


Рис. 65. Различные способы размещения грунтового насоса по высоте
а — на палубе; б — в мелком трюме; в — в глубоком трюме; г — на раме; д — на конце рамы

Первый способ. Грунтовой насос находится на палубе. Такое размещение удобно для обслуживания и рационально в конструктивном отношении, но благодаря большой геометрической высоте всасывания неизбежно ведет к снижению интенсивности грунтозабора.

Второй способ. Грунтовой насос расположен в трюме. Ось насоса совпадает с поверхностью воды в рабочем водоеме. Такое размещение чаще всего применяют на строительных землесосных снарядах.

Третий способ. Ось грунтового насоса расположена ниже поверхности воды в рабочем водоеме. Такое размещение применяют на снарядах, имеющих большую осадку (например, морские дноуглубительные снаряды).

Четвертый способ. Грунтовой насос установлен на раме грунтозаборного устройства. При таком расположении грунтового насоса может быть получено значительное его заглубление и у всасывающего патрубка грунтового насоса будет не вакуум, а некоторое положительное давление. Такую схему с успехом применяют на глыбиковом снаряде 500-70ГЛ, что обеспечивает возможность получения высоких консистенций. Грунтовой насос при подпоре может совершенно устойчиво работать на самых высоких консистенциях.

Пятый способ. Грунтовой насос располагается в непосредственной близости от забоя. По этой схеме строятся «карликовые» снаряды в СССР, Франции, ФРГ и ряде других стран.

Четвертый и пятый способы размещения необходимы для разработки грунтов на глубинах, превышающих 20 м, и являются в энергетическом отношении наилучшим способом решения проблемы разработки грунтов на больших глубинах. Создание землесосных снарядов с заглубленными грунтовыми насосами на раме является наиболее перспективным направлением развития современного землесостройства.

Размещение грунтового насоса в плане в основном подчинено требованиям удифферентовки снаряда. Этим требованиям естественно отвечает совмещение оси грунтового насоса с продольной осью корпуса земснаряда.

Место на продольной оси выбирают так, чтобы перед грунтовым насосом и за ним были достаточные площадки для ремонтных работ.

Подвеска рамы грунтозаборного устройства. Подвеска имеет несколько конструктивных решений. Одним из них является подвеска непосредственно на борту снаряда (рис. 66, а). Такое решение при-

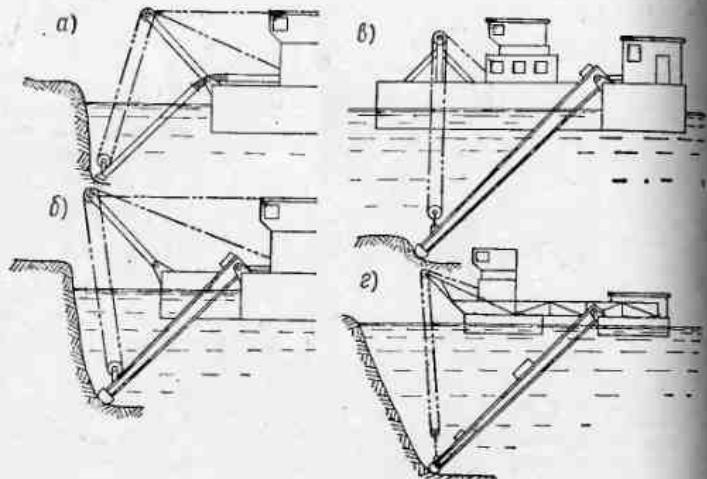


Рис. 66. Различные способы подвески рамы грунтозаборного устройства
а — на борту; б — в прорези; в — на корпусе типа катамаран; г — на глубинных снарядах

меньшо только на небольших снарядах. Обычно раму подвешивают в вырезе в носовой части корпуса (рис. 66, б). Такой способ подвески обеспечивает минимальный дифферентующий момент, возникающий при манипуляциях с рамой.

Глубину выреза обычно принимают равной (0,2+0,22) длины корпуса.

На некоторых землесосных снарядах, предназначенных для работы на относительно больших глубинах при устройстве подводных траншей для прокладки дюкеров и других работ, грунтозаборное устройство подвешивают по третьему способу. В этом случае применяют корпус типа катамаран. Такая схема подвески позволяет обеспечить необходимую удифферентовку при длинной раме и относительно небольшом корпусе.

На рис. 66 показана схема подвески рамы грунтозаборного устройства, применяемая на глубинных снарядах. Корпус снаряда состоит из трех pontонов. К переднему транцу заднего pontона подвешена рама грунтозаборного устройства. Два передних pontона, несущих подъемный копер, располагаются так, что рама находится между ними. Все pontоны жестко связаны между собой.

Размещение устройств для рабочих перемещений землесосных снарядов. На землесосных снарядах, изготавливавшихся 30—40 лет назад, часто применялись многобарабанные лебедки с одномоторным приводом. Такие лебедки, как правило, располагались в передней части землесосного снаряда, вблизи от прорези, в которой подвешивалось грунтозаборное устройство.

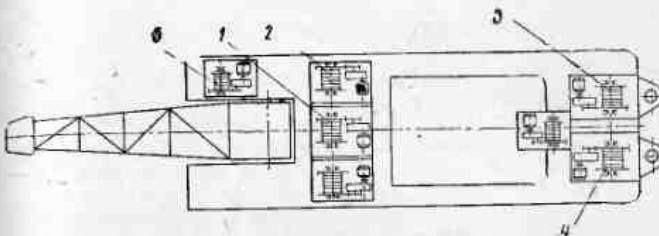


Рис. 67. Схема размещения лебедок на землесосном снаряде
1 — рамоподъемная лебедка; 2 — рабочие (павильонажные) лебедки;
3 — сваподъемные лебедки; 4 — кормовая, становая лебедка;
5 — носовая становая лебедка

На современных землесосных снарядах устанавливаются однобарабанные лебедки, каждая из которых имеет свой независимый электрический привод.

Распространенная схема размещения лебедок, при которой хорошо решается прокладка всех тросов, показана на рис. 67. От установки становых лебедок иногда отказываются.

Если на снаряде смонтирован напорный свайный ход, то лебедку, используемую для управления напорной сваей, монтируют непосредственно на передвижном копре этой сваи. Кроме того, в этом случае добавляется лебедка для перемещения копра напорной сваи.

Размещение вспомогательных насосов. Вспомогательные насосы следует располагать так, чтобы обеспечить их постоянную готовность к пуску; с этой целью обычно их располагают ниже ватерлинии.

Расположение вспомогательных насосов в плане выбирают так, чтобы сократить до минимума длину их коммуникаций. Желательно иметь 100%-ный резерв вспомогательных насосов.

Подсобные помещения на строительных землесосных снарядах. Жилые помещения используют в качестве дежурных. Количество спальных мест здесь принимают равным: для малых снарядов 2, для средних 4—6 и для самых крупных не более 10—12. На средних и крупных снарядах предусмотрено, кроме того, устройство небольшой каюты площадью 6—8 м² для работы техника-учетчика и начальника снаряда. Землесосные снаряды оборудованы санитарным узлом в составе: туалет, душевая и умывальник. Площадь и оборудование санитарно-бытовых помещений должны отвечать соответствующим нормам Регистра РСФСР.

На землесосных снарядах имеются кладовые для всевозможных вспомогательных материалов. Кладовые для смазочных материалов, красок и других огнеопасных материалов должны находиться отдельно. Отдельное помещение должно быть предусмотрено для механической мастерской. Оно должно иметь площадь 15—20 м². Такое помещение выделяется только на особо крупных земснарядах.

Все швартовые устройства должны соответствовать требованиям Регистра РСФСР для несамоходных металлических судов.

3. Основные узлы землесосных снарядов

Грунтозаборные устройства бывают двух типов: для непосредственного всасывания без разрыхления; для повышения интенсивности, грунтозaborа с каким-либо рыхлителем.

Наконечники всасывающего пульпопровода для непосредственного всасывания в свою очередь делятся на круглые, эллиптические и щелевидные (рис. 68). На строительных земснарядах чаще всего применяют круглые и реже эллиптические наконечники. Щелевидные наконечники применяют на дноуглубительных снарядах.

Установка каких-либо, даже крупных, решеток на приемном отверстии всасывающей трубы не рекомендуется, так как они очень быстро засоряются.

Для каждого диаметра наконечника всасывающего пульпопровода существует определенный расход, при котором консистенции всасываемой пульпы будет максимальной, причем с увеличением диаметра наконечника увеличивается и расход. Удельный расход на 1 м длины периметра приемного отверстия принимается по табл. 24.

Таблица 24

Удельный расход пульпы на 1 м длины периметра приемного отверстия

Крупность фракций грунта, мм	Удельный расход пульпы, м ³ /ч на 1 м длины периметра
0,05—0,1	580
0,1—0,25	390
0,25—0,5	290
0,5—5	250
5—10	390

Непосредственное всасывание грунта из-под воды дает достаточный эффект только при разработке неслежавшихся песков, поэтому большинство землесосных снарядов оборудуют каким-либо разрыхляющим устройством.

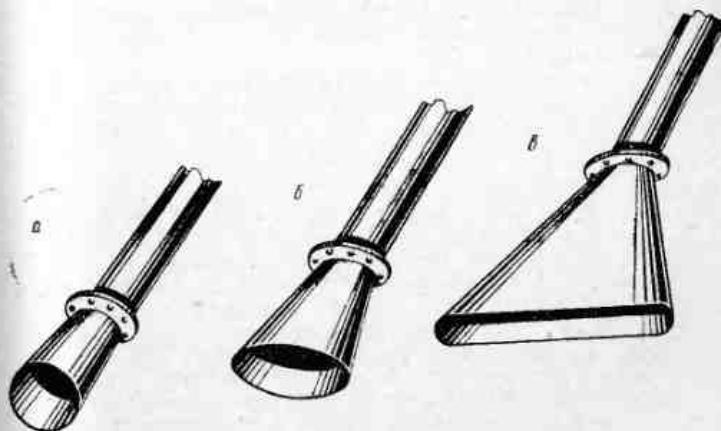


Рис. 68. Разные формы всасывающих наконечников
а — круглые; б — эллиптические; в — щелевидные

Фрезерные разрыхлители на землесосных снарядах получили наибольшее распространение. Общим для всех фрез является наличие ножа, режущая кромка которого при своем вращении срезает грунтовую стружку. Подача грунта к отверстию всасывающей трубы обеспечивается соответствующим наклоном ножа.

Таблица 25

Удельные мощности привода разрыхлителя

Грунт	Удельная мощность привода разрыхлителя на 1 м ² /ч производительности, кВт
Пески рыхлые неслежавшиеся	0,2—0,3
Пески слежавшиеся, пески гравелистые, супеси, иловатые пески, лесс, пески с прослойками илов или суглинков	0,35—0,45
Суглиники легкие, илы слежавшиеся	0,45—0,6
Глины легкие нежирные	0,6—0,75
Глины плотные	0,75—0,9
Скала мягкая разборная	0,9—1,2

Мощность привода (табл. 25) фрезерного рыхлителя W с достаточной для практических целей точностью можно определить по формуле

$$W = q w, \quad (23)$$

где q — часовая производительность земснаряда по грунту, $\text{м}^3/\text{ч}$; w — удельная мощность привода фрезерного рыхлителя в kVt на 1 м^3 часовой производительности земснаряда, определяемая ниже.

Требованиям наилучшей передачи срезанного грунта к всасывающему отверстию при минимальных гидравлических потерях для отвальных фрез удовлетворяет следующее уравнение:

$$(v_{\text{рез}})_{\text{опт}} = (0,9 \div 1,2) v_{\text{вс}}, \quad (24)$$

где $v_{\text{рез}}$ — скорость резания в $\text{м}/\text{с}$;

$v_{\text{вс}}$ — скорость всасывания, рассчитанная по оптимальному расходу грунтового насоса, при работе на пульпе, $\text{м}/\text{с}$.

Фреза должна отвечать следующим требованиям: не только разрыхлять разрабатываемый грунт, но и подавать его в зону всасывания так, чтобы просор был минимальным; размер «кусков грунта», попадающий в зону всасывания, не должен превышать определенной заданной крупности, что достигается правильным выбором формы режущей кромки, скорости вращения и скорости пульпирования; фреза не должна создавать чрезмерных гидравлических потерь; при разработке вязких, налипающих грунтов ножи фрезы и межножевые пространства не должны заливаться; быть безусловно прочной и достаточно износостойчивой; удельный расход энергии на разрыхление грунтов должен быть по возможности ми-

нимальным. Классификация фрез приведена в табл. 26.

Таблица 26

Классификация фрез

Фреза	Основная конструктивная особенность	Разновидность
Открытая	Ножи крепятся к спицам	С прямолинейными ножами С криволинейными ножами С поворотными ножами
Закрытая	Ножи крепятся непосредственно к ступице	Митрообразная Отвальная Плужная (без основного кольца)

Кроме того, различают фрезы: цельнолитые и сварные, элементы которых выполнены из прокатных профилей или представляют собой специальные поковки, комбинированные, элементы которых представляют собой отливки.

Открытые фрезы (рис. 69) удовлетворительно работают как в песчано-гравелистых грунтах, так и в связных, но не налипающих грунтах.

В закрытых, или митрообразных фрезах (рис. 70) ножи имеют сложную изогнутую форму; верхними концами они крепятся к ступице, нижними — соединяются с массивным кольцом. Закрытые

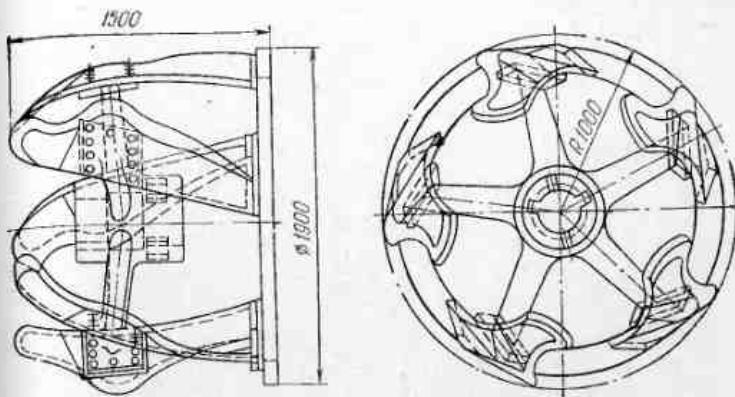


Рис. 69. Открытая фреза от снаряда 500-70ГЛ

фрезы хорошо работают в песчаных и песчано-гравелистых грунтах; в благоприятных условиях они способны давать консистенцию до 30% и выше.

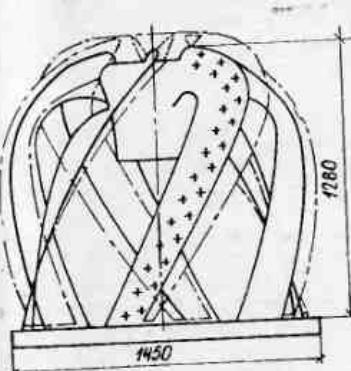


Рис. 70. Закрытая фреза от снаряда 300-40

Отвальные и плужные фрезы являются разновидностью закрытых фрез. В отличие от них в передней части таких фрез отсутствует смыкание ножей, создающее застойную зону, являющуюся опас-

ным очагом залипания при разработке налипающих грунтов. Эта особенность позволяет рекомендовать такие фрезы для разработки сильно налипающих грунтов.

Отвальные фрезы (рис. 71) по сравнению с другими в передней (торцовой) части имеют максимальные размеры. В то же время их длина меньше. Отношение длины отвальной фрезы к ее диаметру

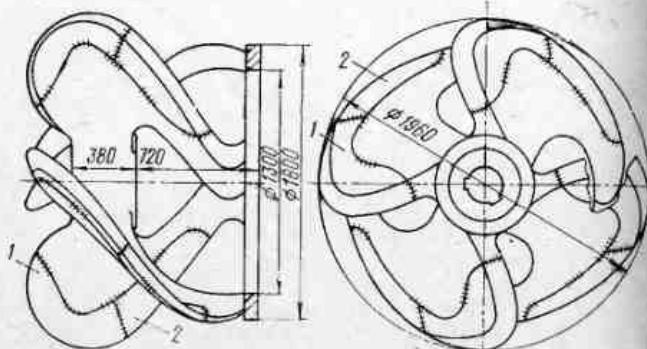


Рис. 71. Отвальная фреза Калининского политехнического института для снаряда 350-50Т

1 — верхняя часть сменной режущей кромки; 2 — то же, нижняя часть

составляет 0,6—0,7, что снижает просор; их ножи выполнены в виде развитых отвально-направляющих поверхностей, это улучшает подачу грунта в зону всасывания. Форма отвальных поверхностей коническая, расширяющаяся в сторону всасывающей трубы, что препятствует образованию очагов залипания. Угол установки ножей к оси отвальных фрез составляет 50—52°, что существенно больше аналогичных параметров других фрез.

Плужные фрезы (рис. 72) не имеют опорных колец, что исключает заклинивание растительных включений при их работе. В фрезах такого типа усилены отвально-режущие элементы. Они рекомендуются к применению на сильно проросшем, липком, глинисто-илистом грунте.

В табл. 27 приведены основные характеристики отвальных и плужных фрез Калининского политехнического института. Эксплуатация этих фрез показала хорошие результаты в различных грунтах, что позволяет рекомендовать их для широкого внедрения. Фрезы имеют приварные сменные режущие элементы. Фрезы этого типа быстро вытесняют на строительных земснарядах все другие конструкции.

Соединение фрез с валом должно быть совершенно надежным и в то же время быстроразъемным; обычно оно решается в виде конических посадок со шпонками и креплением при помощи чеки или гаек; перспективным является винтовое соединение.

На рис. 73 схематически показаны две основные компоновки привода фрезерного разрыхлителя, отличающиеся расположением вала электродвигателя по отношению к валу разрыхлителя; на первой схеме (а) вал электродвигателя параллелен валу разрыхлителя;

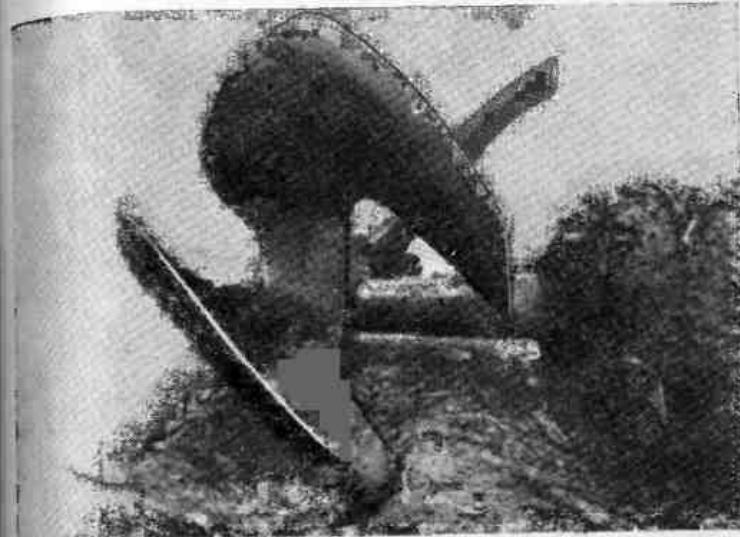


Рис. 72. Плужная фреза Калининского политехнического института

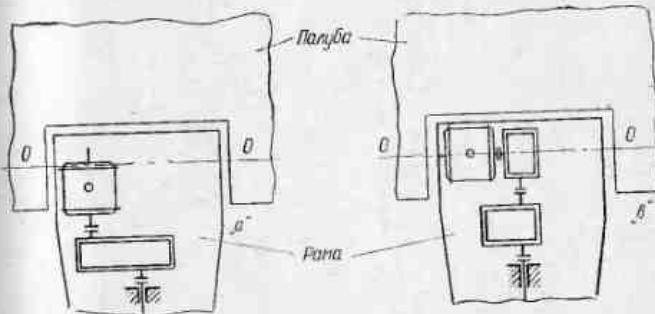


Рис. 73. Схема приводов фрезерных разрыхлителей

на второй схеме (б) вал электродвигателя перпендикулярен валу разрыхлителя. К достоинствам второй схемы относится постоянное горизонтальное положение вала электродвигателя при любых изменениях угла наклона рамы; в то же время передача крутящего мо-

Характеристика отвальных фрез

Основные параметры фрез	Плужные				Отвальные с зубьями				Тип землеройных
	ФП-50-1 8П3У-34	ФП-100-1 8П3	ФП-150-1 12А-5; 100-35	ФП-200-1 200-40К; 3ГМ-1-350А	ФП-250-1 М3-6 350-50Т	ФП-300-1 ФО-350-2 ФО-500-2	ФП-350-1 ФО-350-2 ФО-500-2	ФП-400-1, ФО-400-2	
Тип фрезы									
Марка фрезы	ФП-50-1	ФП-100-1	ФП-150-1	ФП-200-1	ФП-250-1	ФП-300-1	ФП-350-1 ФО-350-2 ФО-500-2	ФП-400-1, ФО-400-2	
Расчетная производительность по грунту, м ³ /ч	50	100	150	200	200	300—350	350	500	1000
Пределная категория связного грунта по разработке	Суглинок средний	Суглинок средний	Суглинок тяжелый, глина легкая		Глина средняя	Глина тяжелая			
Диаметр фрезы, мм: максимальный	820	1100	1320	1500	1650	1960	2820	3250	
минимальный	700	940	1120	1270	1400	1660	1970	2760	
Количество ножей	4	4	4	4	4	5	5	5	б.

Основные параметры фрез	Плужные				Отвальные с зубьями				Тип землеройных
	ЗРС-1; 8П3У-34	8П3	12А-5; 100-35	200-40К; 3ГМ-1-350А	М3-6 350-50Т	ФП-350-1; ФО-350-2	ФП-400-1; ФО-400-2	ФП-400-1, ФО-400-2	
Тип фрезы									
Длина фрезы, мм: углы установки ножей в плоскости резания (резание/заданный угол)	530	710	860	970	1070	1270	1360	1600	2100
Частота вращения фрезы (в связных грунтах), об/мин	35 15	35 15	35 15	35 15	35 15	35 15	35 15	35 15	35 15
Рекомендуемая скорость поглибинирования, м/мин	30—25	30—25	30—25	30—25	30—25	30—25	30—25	25—25	25—25
Рекомендуемая мощность привода фрезы, кВт	3—4	3—4	4—5	4—5	4—6	4—6	5—6	5—6	5—7
Масса фрезы, кг	10—15	30—40	40—50	50—60	75—90	150—180	200—300	300—350	500—600
	190	590	780	940	1580	2720	3120	5550	10350

Продолжение табл. 27

мента от электродвигателя к разрыхлителю сложнее, так как должна включать угловой или червячный редуктор.

Для предохранения системы привода фрезы от возможных поломок в ее цепи предусматривается установка муфты максимального момента.

Подшипники передачи фрезерного разрыхлителя работают в очень тяжелых условиях, особенно нижний (головной) подшипник,

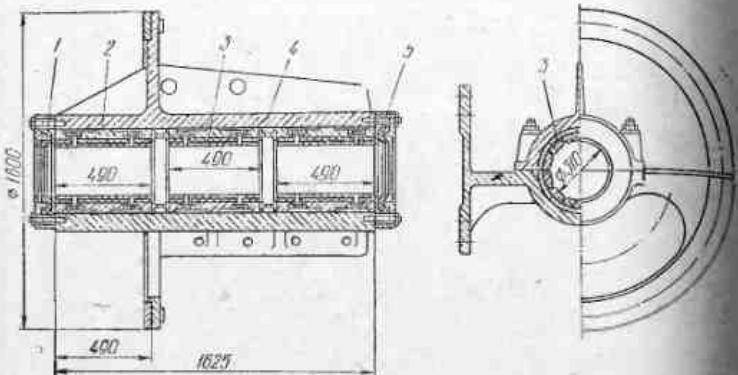


Рис. 74. Головной подшипник от земснаряда 350-50ТМ

1 — передняя манжета; 2 — стакан; 3 — резиновые вкладыши; 4 — водораспределительное кольцо; 5 — задняя манжета

работающий в абразивной среде и воспринимающий огромные усилия, возникающие при папильонировании. Поэтому подшипники, работающие ниже горизонта воды, обычно делают с резиновыми вкладышами на водяной смазке, чем обеспечивается непрерывная промывка зазора между валом и вкладышем и защита его от частиц грунта. На рис. 74 показан головной подшипник от земснаряда 350-50ТМ.

Рамы фрезерных разрыхлителей в большинстве случаев решаются в виде двух сходящихся к фрезе сварных балок двутаврового сечения, соединенных между собой мощными диафрагмами и раскосами. К этим рамам предъявляются следующие требования: они должны обладать достаточной прочностью и жесткостью; очертания нижнего пояса не должны препятствовать заглублению фрезы при входе землесосного спаряда в забой; они должны иметь достаточную массу, не допускающую выкатывание фрезы из забоя при резании сверху вниз.

Роторно-ковшевые грунтозаборные устройства. Роторно-ковшовое грунтозаборное устройство системы инж. В. А. Мороза (рис. 75, а) по принципу своего действия аналогично работе роторного экскаватора. Оно состоит из ротора, охватывающего цилиндрический бункер, открытый в верхней части. К нижней части бункера присоединена всасывающая труба. Грунт, поданный в бункер, засасывается вместе с водой. На общем валу с ротором посажены фрезы, облегчающие передвижения ротора в стороны. Вращение ротора осуществляется через редуктор. Козырьки защищают ковши от попадания

них крупногабаритных кусков, размеры которых превышают проходные сечения рабочего колеса грунтового насоса. На рис. 75, б показан двухроторное грунтозаборное устройство, отличающееся от описанного только тем, что на валу вместо одного ротора установлены два. В двухроторном варианте отсутствуют фрезы, так как при двух роторах они не нужны.

Ниже приводятся основные данные роторных грунтозаборных устройств к земснарядам ЗГМ-350А и 16Гру-80, выпускавшимся опытным механическим заводом гидрооборудования треста «Гидромеханизация» Минмонтажспецстроя СССР. Приводимые данные относятся к однороторным и двухроторным рыхлителям. В тех случаях, когда параметры разные, приводятся две цифры, первая из которых относится к однороторному варианту, а вторая — к двухроторному: глубина разработки 6 м; диаметр всасывающей трубы 400 мм; диаметр ротора 3740, 2940 мм; ширина ротора 1080, 950 мм; количество ковшей в роторе 6; число оборотов ротора в минуту 5,78; размеры максимального куска, проходящего в ротор, 200 мм; производительность по грунту 300—100 и 300—125 м³/ч; масса устройства 16,9 т; мощность привода 40 кВт; наивысшие группы грунта, который способен разрабатывать рыхлитель, VI и V.

Роторное грунтозаборное устройство требует применения папильонажного приспособления, повышенной точности, например в виде напорного свайного хода.

Ковшовое грунтозаборное устройство системы инж. Б. М. Шкунидина (землесос-лопата). Устройство представляет собой своеобразную подводную лопату, причем срезанный грунт поступает непосредственно во всасывающую трубу.

Принципиальная схема грунтозаборного устройства показана на рис. 76; оно состоит из двух ковшей (лопат), могущих поворачиваться вокруг оси на некоторый угол. При повороте вправо заднее отверстие правого ковша совмещается с входным отверстием всасывающей трубы и, наоборот, при повороте влево с входным отверстием совмещается отверстие левого ковша. Повороты ковша происходят под влиянием натяжения того или иного папильонажного троца 3. Так, при папильонировании влево левый ковш своей режущей кромкой снимает стружку грунта, толщина которой определяется величиной подачи снаряда вперед. Срезаемый грунт всасывается вместе с соответствующим количеством воды. При папильонировании вправо грунтозаборное устройство поворачивается и в работу включается правый ковш.

Существенным преимуществом описанного устройства является отсутствие вращающихся частей, благодаря чему оно надежно и износостойчиво.

На рис. 77 показан общий вид грунтозаборного устройства системы Б. М. Шкунидина. Масса грунтозаборного устройства для снаряда 350-50Т составляет 15 т. Цеки и ковши выполнены в виде стальных отливок. Зубья на режущей кромке сменимые.

Гидравлические разрыхлители. Рыхлители работают по принципу гидромонитора. Применение подводного размыва в рыхлых песчаных грунтах не дает заметного повышения производительности земснарядов. В гравелистых же грунтах наблюдается повышение производительности на 15—20%.

Удельный расход воды, потребляемой гидравлическим разрыхлителем, колеблется в широких пределах. При разработке песчано-

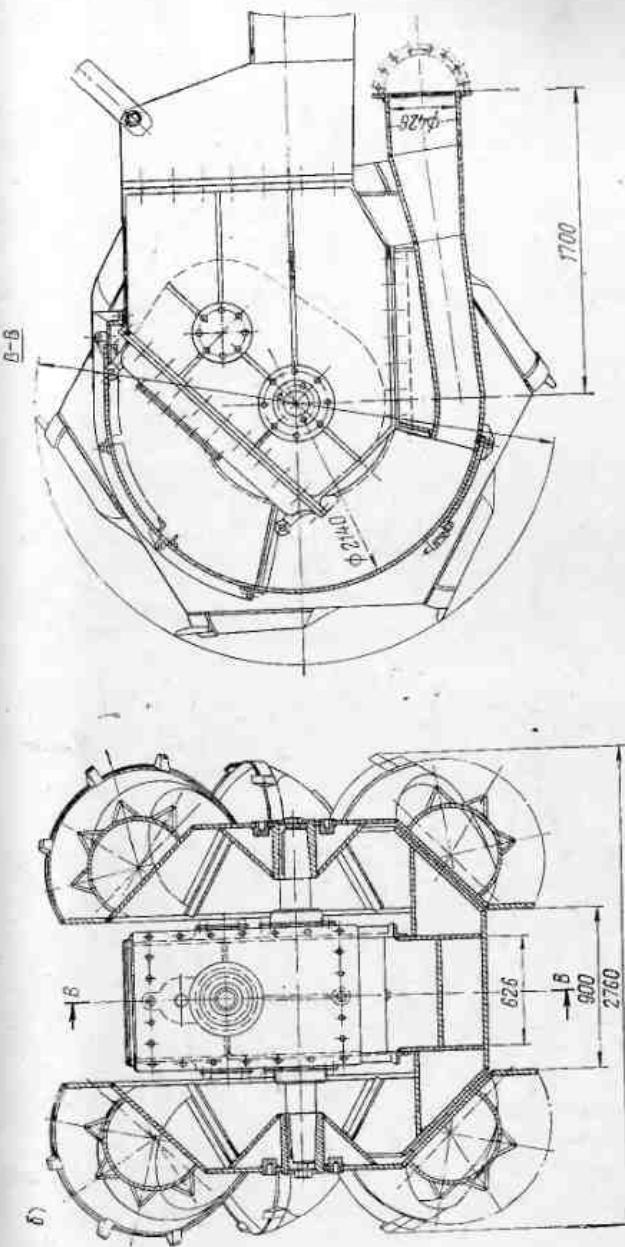
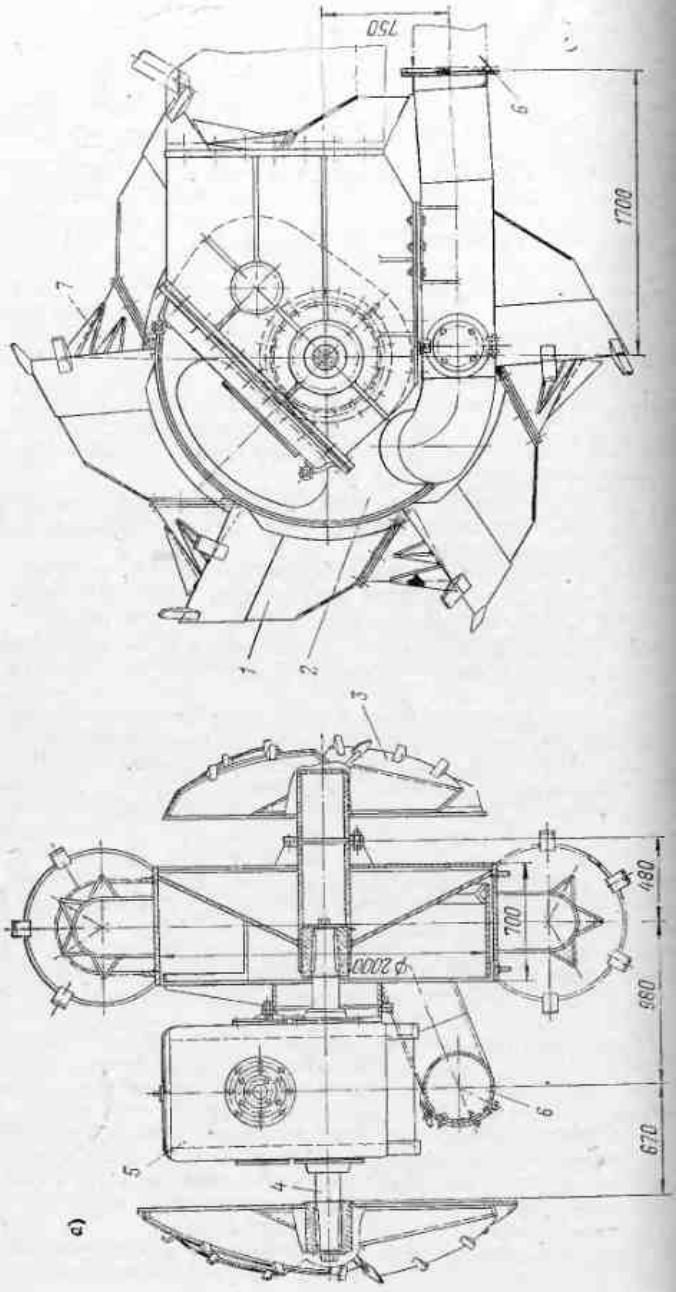


Рис. 75. Роторное грунтозаборное устройство системы В. А. Мороза
 а — однороторное: 1 — ротор; 2 — бункер; 3 — фреза; 4 — вал; 5 — вальсывающая труба; 6 — козырек; б — двухроторное:
 в — трехроторное: 1 — ротор; 2 — бункер; 3 — фреза; 4 — вал; 5 — вальсывающая труба; 6 — козырек;

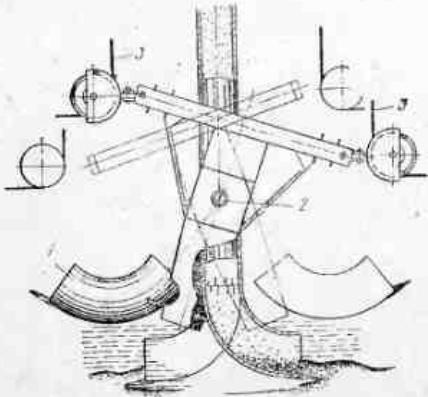
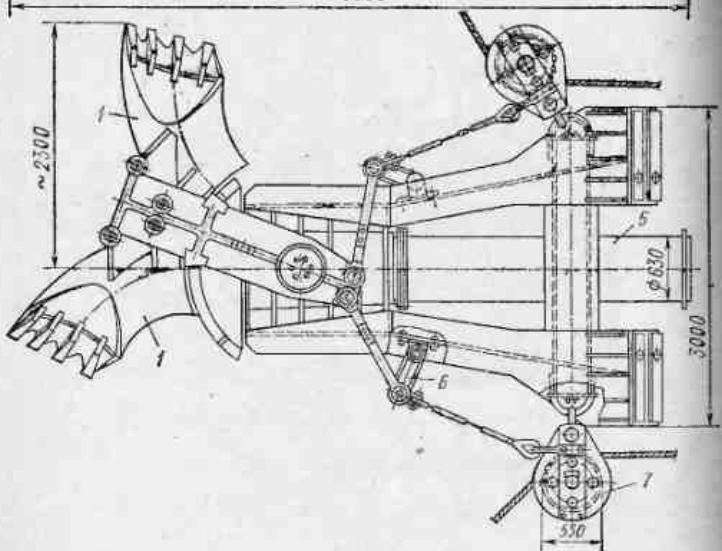
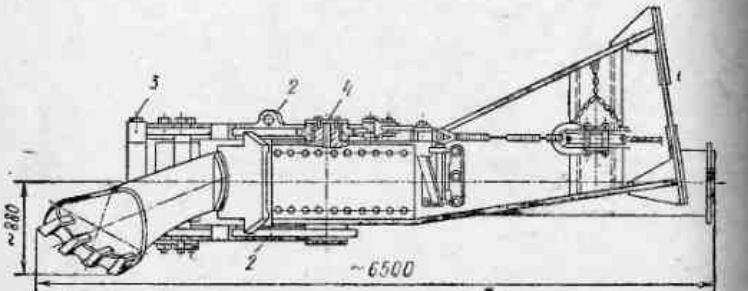


Рис. 76. Схемы ковшового грунтозаборного устройства системы Б. М. Шкунина

1 — ковши; 2 — ось; 3 — пильонажные тросы

Рис. 77. Общий вид грунтозаборного устройства системы Б. М. Шкунина

1 — ковши; 2 — щеки, связывающие ковши; 3 — стяжные болты; 4 — ось поворота ковшей; 5 — всасывающая труба земспаржа; 6 — поворотный кронштейн; 7 — пильонажный блок



гравийных слабослежавшихся грунтов он может быть равен $1 \text{ м}^3/\text{м}^3$. Давление также выбирается в зависимости от характера грунта; для упомянутых грунтов оно должно составлять 50—60 м вод. ст.

Эжектирование на всасывающей линии. Для борьбы с возникновением кавитации грунтовых насосов применяют установку на всасывающем тракте специальных эжектирующих насадок. Эжектирование можно снижать разрежение во всасывающей линии на 3—6 м вод. ст. Расчетная формула для назначения основных параметров эжектирующих устройств имеет вид:

$$\Delta H = \frac{Q_1^2}{g F_2^2} \left(\frac{F_2}{F_1} \cdot \frac{\gamma_b}{\gamma_n} \cos \alpha - 2 \frac{Q_2}{Q_1} - 1 \right), \quad (25)$$

где ΔH — величина подпора, создаваемая эжектором, м;
 Q_1, Q_2 — соответственно расход эжектора и грунтового насоса, $\text{м}^3/\text{с}$;
 F_1, F_2 — соответственно площадь поперечного сечения насадок эжектора и всасывающей трубы грунтового насоса, м^2 .
 γ_b, γ_n — соответственно плотность воды и пульпы, $\text{т}/\text{м}^3$;
 α — угол ввода эжектирующего потока во всасывающую линию грунтового насоса.

Эта формула позволяет определить значения Q_1 и F_1 . Задаваясь последовательно различными соотношениями расходов Q_2/Q_1 (1, 2, 3, 4 и т. д.), определяют соотношения площадей. Для заданного значения подпора может быть несколько вариантов эжекторов (с различным соотношением F_2/F_1). Оптимальным вариантом эжектора будет тот, при котором его к. п. д. будет иметь максимальное значение:

$$\eta = \frac{Q_3 \Delta H}{Q_1 H_1}, \quad (26)$$

где Q_3 — суммарный расход потока ($Q_3 = Q_1 + Q_2$) после смещения, $\text{м}^3/\text{с}$.

По опытным данным $Q_2/Q_1 = 3 \div 4$.

На рис. 78 показано конструктивное решение эжектирующего устройства. Шесть насадок питаются из общего кольцевого коллектора. Оси насадок составляют с осью всасывающей трубы угол 10° .

Вибрационное грунтозаборное устройство ВНИИНеруда (рис. 79). Виброрыхлитель соединяется со всасывающей трубой фланцем. Виброголовка состоит из объемной решетки с шестью боковыми гидро насадками и центральной насадкой. С решеткой вибратор связан стойками.

Вибрирующая система подвешена к всасывающему паконечнику через шаровую опору и амортизирующие пружины. Шаровая опора допускает покачивание вибратора относительно всасывающей трубы в пределах телесного угла, равного 10° . Оттяжки имеют резиновые прокладки. Прокладки перекрывают зазор между решеткой и всасывающей трубой.

Мощность вибратора 15 кВт, частота колебаний 1500 кол/мин. Масса вибрирующих частей 1360 кг. При дебалансе массой 20,8 кг максимальное значение возмущающей силы составляет $11203 \text{ кг} \times \text{Хм}^2/\text{с}$. Габаритные размеры вибратора, мм: длина 1742, ширина 1725 и высота 3120. Вибратор рассчитан для земспаржа типа 350-50Л.

При испытании виброрыхлителей этого типа было установлено снижение простоев земснаряда, связанных с засорением грунтового насоса крупнообломочными включениями.

Приспособления для подъема и опускания грунтозаборных устройств землесосных снарядов. В простейшем частном случае, когда грунтозаборное устройство состоит из одной всасывающей трубы, приспособление для подъема и опускания может быть выполнено в виде стрелы, удерживаемой оттяжками в нужном положении

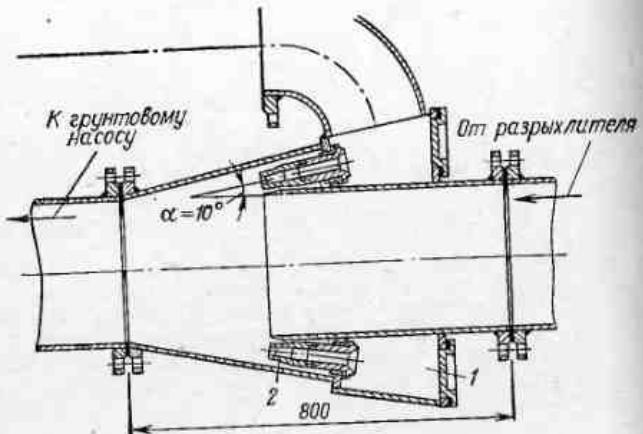


Рис. 78. Эjectирующее устройство

1 — кольцевой коллектор; 2 — насадки

(рис. 66, а). Более распространенный способ подвески грунтозаборного устройства показан на рис. 66, б.

Подъем рамы осуществляется специальными рамоподъемными лебедками (см. рис. 67). Рамоподъемные лебедки обычно электрические односкоростные, одибарабанные.

Расположение и конструктивное решение рамоподъемных лебедок на землесосных снарядах различное. Так, на землесосном снаряде 500-70ГЛ установлены две рамоподъемные лебедки грузоподъемностью по 15 т каждая с общим канатом. Это позволяет при выходе одной лебедки из строя поднять раму или опустить ее второй лебедкой (соответственно уменьшив скорость подъема).

На землесосном снаряде для узких прорезей (300-40УП) подвижные блоки рамоподъемного полиспаста расположены на хвостовой части рамы грунтозаборного устройства, а неподвижные блоки закреплены ниже. Такая схема отличается простотой, удобством обслуживания и позволяет обойтись совсем без стрелы.

На земснаряде 160-50Р для подъема и опускания рамы грунтозаборного устройства применены гидравлические цилиндры. Такое устройство паряду с простотой и изгражностью позволяет не только поднимать раму, но и прижимать фрезу к грунту с требу-

чим усилием для обеспечения нормального процесса резания грунтозаборного устройства.

Папильонажные лебедки. Лебедки обеспечивают передвижение грунтозаборного устройства; при этом должно обеспечиваться плавное регулирование скорости каната из рубки управления; при высокой надежности и полной безопасности обслуживания лебедка должна быть максимально компактной, иметь канатоукладчик и автоматическую защиту от перегрузки.

Для папильонажных лебедок применяют двигатели переменного или постоянного тока. Предпочтение следует отдавать вторым,

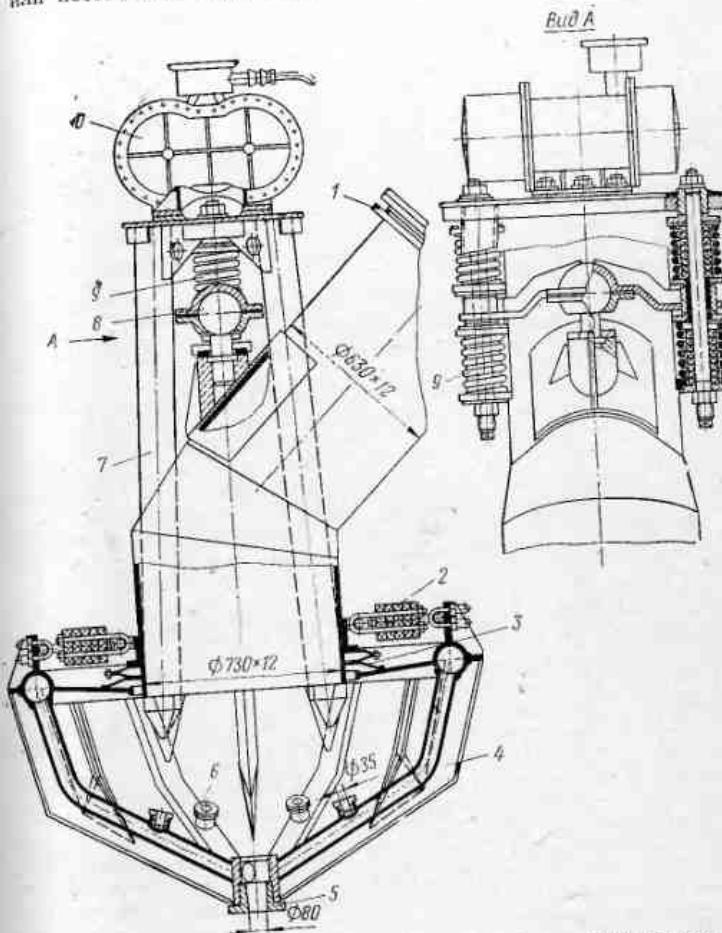


Рис. 79. Вибрационное грунтозаборное устройство ВНИИнеруда
1 — фланец всасывающей трубы; 2 — оттяжки; 3 — прокладки; 4 — решетка;
5 — насадка; 6 — насадки; 7 — стойки; 8 — шаровая спора; 9 — пружины;
10 — вибратор

так как постоянный ток позволяет просто и надежно решать вопросы регулирования.

Перспективным является применение в качестве привода гидродвигателей. Такое решение уже применяется на некоторых построенных и запроектированных машинах.

Средняя скорость движения грунтозаборного устройства v_n равна:

$$v_n = \frac{q}{60 \omega K_{np}}, \quad (27)$$

где q — производительность землесосного снаряда, $\text{м}^3/\text{ч}$;
 ω — сечение полосы грунта, разрабатываемого за одну проходку, м^2 ;

K_{np} — коэффициент просора.

v_n может изменяться от 0,2 до 10 м/мин. Для сокращения потерь времени на маневрирование земснарядом верхний предел скорости обычно увеличивают в два и даже иногда в три раза, но чаще папильонажные лебедки работают на малых скоростях. Направление папильонажных троек, как правило, не совпадает с направлением, в котором должно перемещаться грунтозаборное устройство, поэтому значения скоростей троек и грунтозаборного устройства будут различными.

Тяговое усилие папильонажной лебедки должно быть достаточным для резания грунта и преодоления давления ветра, давления текущей воды и других вредных сопротивлений, так как все эти силы иногда могут складываться.

Вспомогательные насосы чистой воды. В табл. 28 перечислены основные потребители чистой воды на землесосном снаряде.

Основным потребителем чистой воды является грунтовой насос. Объем потребляемой воды составляет 4—6,5% номинального жидкого расхода грунтового насоса при напоре, на 15—20 МПа превышающем напор, развиваемый грунтовым насосом.

Расход воды на уплотнение сальниковых компенсаторов и шарового соединения на всасывающей линии определяется по формуле $q_w = 30 D \text{ л/с}$, где D — диаметр сальникового уплотнения, м.

Подшипники грунтозаборного устройства, охлаждение маслосистемы и реостатов требуют незначительного количества воды и могут отдельно не учитываться.

Гидравлический рыхлитель, если он имеется на земснаряде, питается от специальной насосной установки.

Эжектор для откачки воздуха, грунтового насоса, а также эжектор для откачки воды из трюмов работают при выключенных остальных потребителях. Поэтому при выборе насосов для вспомогательного водоснабжения на землесосных снарядах ориентируются только на потребность основного агрегата, принимаемую с некоторым запасом.

Для вспомогательного водоснабжения применяются центробежные насосы типов 2К-6, 3К-6, 4НДв, 6НДв, 3В200×2 и т. п. Как правило, устанавливают два вспомогательных насоса, один из которых является резервным.

Для вспомогательных насосов применяют донный (рис. 80) или бортовой (рис. 81) водозабор.

Типичная схема технического водоснабжения землесосных снарядов показана на рис. 82.

Основные потребители чистой воды

Потребители	Главный агрегат		Земснаряд в работе	По сигналу	
	готовится к пуску	включен		вода в трюме	пожар
Эжектор для откачки воздуха из грунтового насоса перед запуском	+	-	-	-	-
Эжектор для откачки воды из трюмов корпуса	-	-	-	+	-
Сальниковое уплотнение грунтового насоса	+	+	+	-	-
Щелевые зазоры грунтового насоса, требующие промывки	-	+	+	-	-
Охлаждение подшипников грунтового насоса или масла	-	+	+	-	-
Сальниковый компенсатор и шаровой шарнир на всасывающей линии	+	+	+	-	-
Обратный клапан на напорной линии	+	-	-	-	-
Подшипники грунтозаборного устройства	-	-	+	-	-
Гидравлический рыхлитель (при его наличии)	-	-	+	-	-
Охлаждение реостата главного электродвигателя (при его наличии)	-	+	+	-	-
Пожарные гидранты	-	-	-	-	+
Санитарно-бытовые нужды	+	+	+	-	-

Примечание. Знак плюс (+) обозначает, что потребление воды допускается, знак минус (-) — потребление воды не допускается.

Эжекторы для откачки воздуха из грунтового насоса подбираются по табл. 29.

Конструкция эжекторов показана на рис. 83 и 84.

Всасывающие и напорные пульповоды на земснарядах. Всасывающий пульповод включает в себя гибкое соединение, сальниковые компенсаторы, ревизии для очистки, жалюзи для предупреждения кавитации и должен:

давать минимальные гидравлические потери;

быть герметичным;

обладать достаточной механической прочностью.

Диаметры всасывающих пульповодов для землесосных снарядов разной производительности приводятся в табл. 30.

Подбор эжекторов

Показатель	Диаметр всасывающего отверстия грунтового насоса, мм				
	200	300	500	600	800
Диаметр насадки эжектора, мм	15	20	30	40	40
Расход воды эжектором, л/с при напоре:					
50 м вод. ст.	5,25	10	21	37	37
75 м вод. ст.	6,5	12,4	26	46	46
Приблизительная продолжительность откачки воздуха из грунтового насоса, мин	4	4	5	5	6

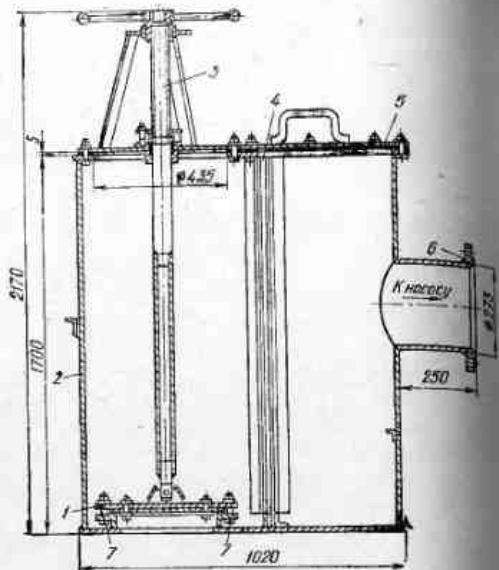


Рис. 80. Донный водозабор для насоса ЗВ200×2 для снаряда 300-40УП

1 — клапан для закрытия отверстия в днище; 2 — коробка эллиптического сечения; 3 — прижимной винт; 4 — защитная решетка; 5 — крышка для выемки и очистки решетки; 6 — фланец для подключения насоса; 7 — болты для фиксации клапана в закрытом положении при ремонте

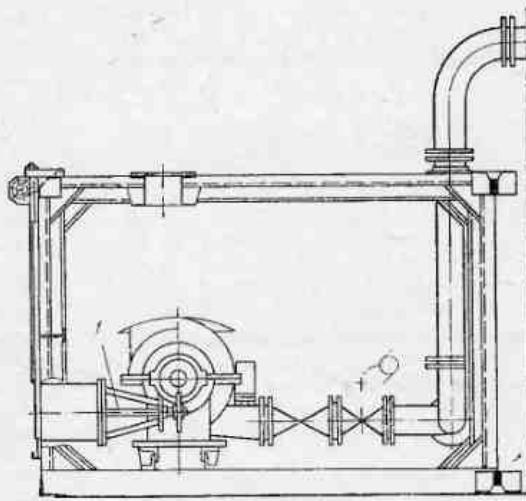


Рис. 81. Бортовой водозабор
1 — винт для закрытия бортового отверстия

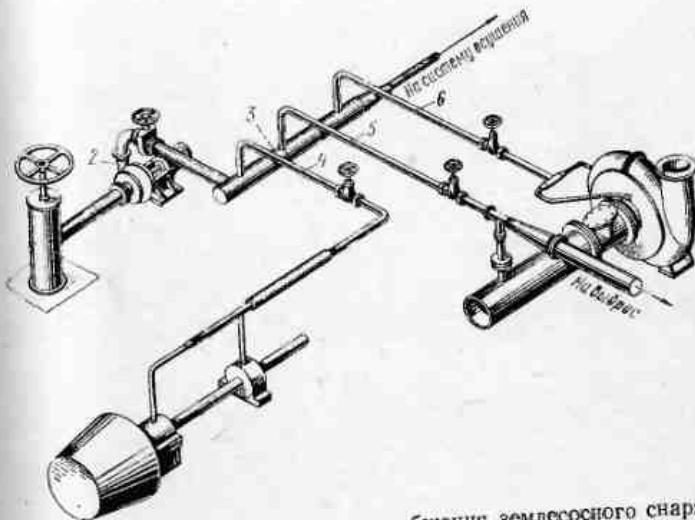


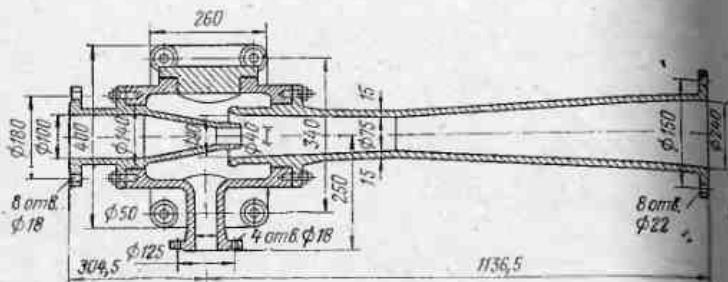
Рис. 82. Схема технического водоснабжения землесосного снаряда
1 — донный водозабор; 2 — насос вспомогательного водоснабжения; 3 — коллектор; 4 — подача воды в подшипники грунтозаборного устройства; 5 — подача воды к эжектору; 6 — подача воды к грунтовому насосу

Гибкие соединения выполняются шаровыми (рис. 85) или в виде специального резинового рукава. Сальниковые компенсаторы, предназначенные для монтажных целей, не должны давать местных сужений или расширений трубопровода. То же относится к смотровым лазам в ревизиях. Крышка лаза в ревизии не должна давать дополнительных гидравлических

Таблица 30

Всасывающие пульпопроводы

Показатель	Производительность земснаряда по пульпе, м ³ /ч							
	800	1200	1600	2000	3000	5000	10 000	15 000
Диаметр всасывающего трубопровода, мм	350	400	450	500	550	700	950	1100
Скорость движения пульпы во всасывающем трубопроводе, м/сек	2,32	2,72	2,79	3,25	3,47	3,66	3,9	4,16

Рис. 83. Эжектор для земснарядов производительностью более 300 м³ грунта в час, D=100 мм

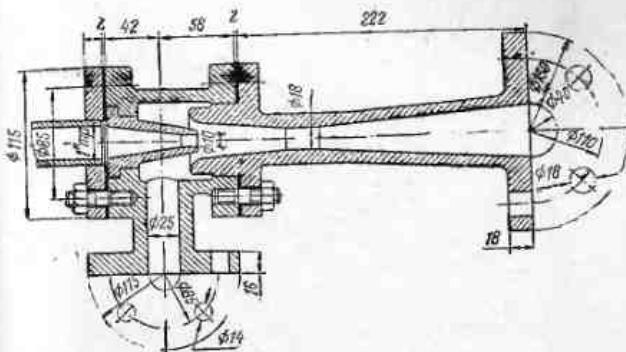
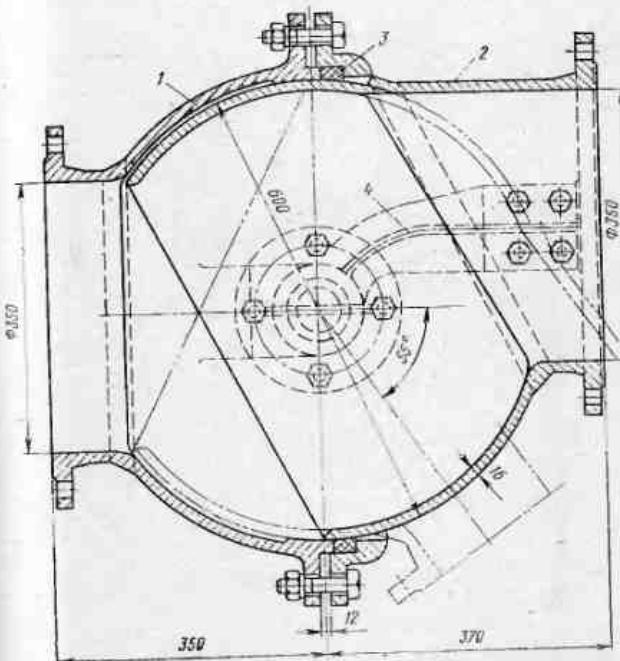
потерь, для чего она имеет прилив, повторяющий внутреннюю поверхность трубы, благодаря чему сохраняется круглое сечение.

Для предупреждения срыва вакуума служит жалюзовый затвор (рис. 86), установленный на всасывающей трубе грунтозаборного устройства. Заслонками управляют за тягу из рубки багермейстера гидравлическим или электромагнитным приводом.

Напорный пульпопровод землесосных снарядов состоит из двух основных участков — внутреннего, находящегося внутри снаряда, и внешнего — плавучего.

Напорный пульпопровод делают из труб с повышенной толщиной стенки. Так, например, на земснаряде 1000-80 поставлены трубы с толщиной стенки 14 мм. Также прочными должны быть все соединения и фасонные части.

На напорной линии устанавливается обратный клапан. Он необходим для запуска грунтового насоса. Обратный клапан позволяет производить очистку или смену изношившихся деталей насоса без опорожнения напорной линии.

Рис. 84. Эжектор для земснарядов производительностью менее 300 м³ грунта в час, D=25 ммРис. 85. Шаровое соединение для всасывающей линии
1 — неподвижная часть; 2 — подвижная часть; 3 — сальниковое уплотнение; 4 — поворотная цапфа

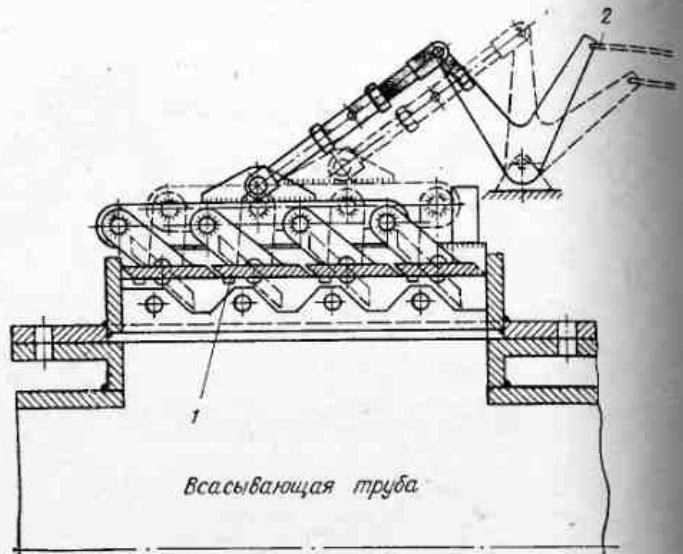


Рис. 86. Жалюзовый затвор

1 — заслонка; 2 — тяга

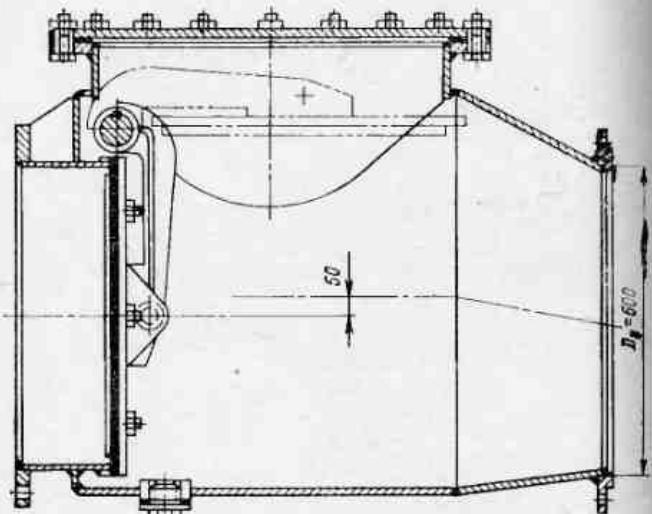


Рис. 87. Обратный клапан

На рис. 87 изображен обратный клапан от землесосного снаряда 350-50Л. Иногда обратный клапан выносится за пределы снаряда и монтируется на первом pontone плавучего пульпопровода. Вертикальный сальниковый шарнир служит для подключения плавучего пульпопровода. Шарнир значительно увеличивает маневренность снаряда и сокращает длину плавучего пульпопровода.

На рис. 88 показан вертикальный сальниковый шарнир диаметром 500 мм. Такой шарнир устанавливают на снаряде 350-50Т. Ниж-

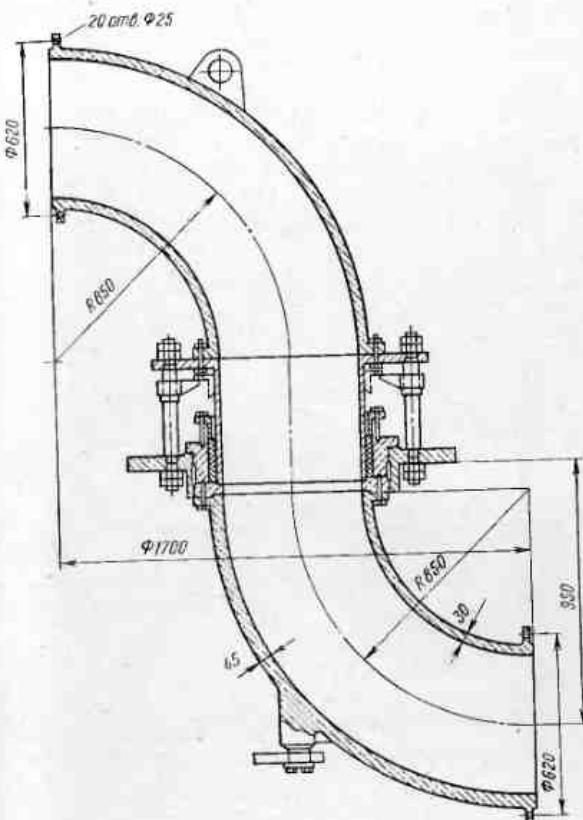


Рис. 88. Вертикальный сальниковый шарнир снаряда 350-50Т

нее колено сальникового шарнира соединено с плавучим пульпопроводом двумя шаровыми шарнирами, принимающими колебания осадки снаряда или pontona.

Плавучий пульпопровод земснаряда для строительных работ должен удовлетворять следующим основным требованиям:

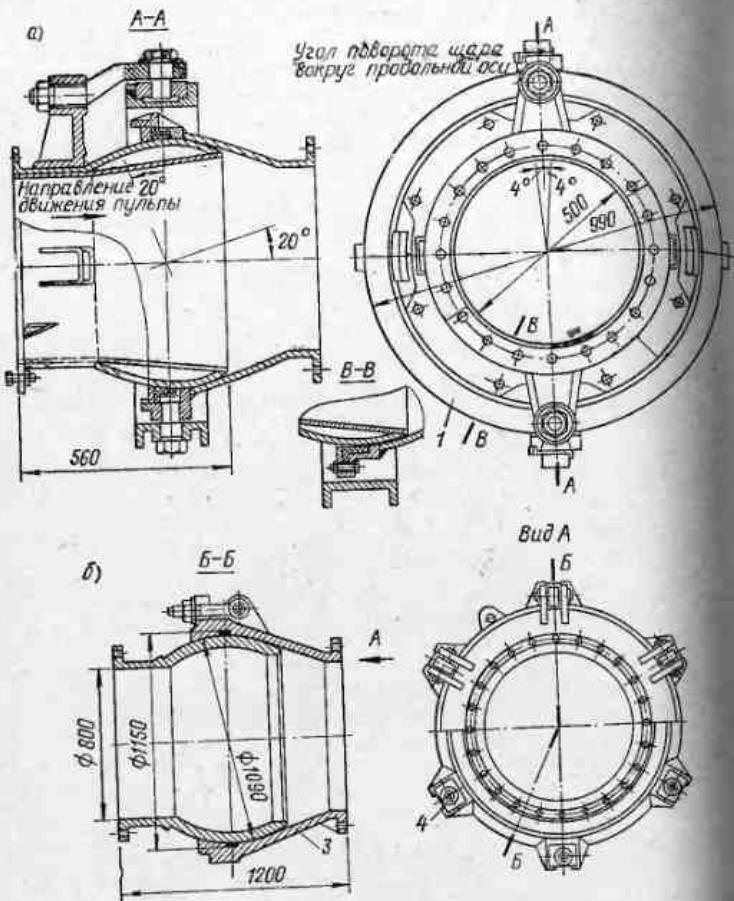


Рис. 89. Шаровые соединения плавучего пульпопровода
а — с шарниром Гука; б — без шарнира Гука

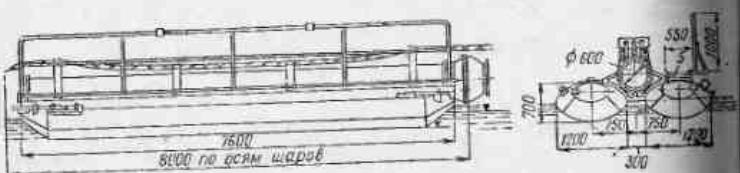


Рис. 90. Звено плавучего пульпопровода снаряда 350-50Т

обеспечивать, по возможности, длительный период работы землесосного снаряда без перемещения точки подключения к береговому пульпопроводу;
иметь минимальные гидравлические потери;
обладать достаточной гибкостью своих соединений;
обладать достаточной механической прочностью и долговечностью;
не пропускать пульпу в своих соединениях;
иметь минимальную осадку и достаточную устойчивость.

Иногда для увеличения маневренности землесосного снаряда в плавучий пульпопровод вставляют цилиндрические сальниковые или другие соединения с вертикальной осью вращения.

Сравнивая шаровые и шланговые гибкие соединения плавучих пульпопроводов, можно отметить, что шланговые соединения увеличивают маневренность землесосного снаряда, в 2—3 раза уменьшают величину гидравлических потерь в плавучем пульпопроводе; монтаж шланговых соединений очень прост, но существующие конструкции шланговых соединений диаметром более 350 мм имеют недостаточную прочность; срок службы шланговых соединений в условиях зимних работ сильно сокращается.

При диаметрах до 350 мм включительно и при работе на грунтах, не содержащих крупнообломочных включений, предпочтение следует отдавать шланговым соединениям. При больших диаметрах и крупнообломочных грунтах шаровые шарниры надежнее.

Известны две основные разновидности шаровых соединений: с шарниром Гука, разгружающим шаровые поверхности (рис. 89, а), и без шарнира Гука (рис. 89, б), т. е. такие, в которых шаровые поверхности служат не только для уплотнения соединения, но и воспринимают все усилия. Такие соединения получили наибольшее распространение.

Звено плавучего пульпопровода представляет собой связанные металлической конструкцией два цилиндрических или эллиптических поплавка. Цилиндрические поплавки просты в изготовлении, но для получения той же осадки требуют большого расхода металла по сравнению с эллиптическими.

Звено плавучего пульпопровода землесосного снаряда 350-50Т представлено на рис. 90. При перевозках звенья разбираются на отдельные понтоны (сигары).

Для соединения плавучего пульпопровода с береговым в условиях переменного горизонта в рабочем водоеме, применяют специальные береговые понтоны (рис. 91). Наличие трех шарнирных соединений позволяет воспринимать колебания горизонта воды и повороты плавучего пульпопровода относительно точки подключения.

Устройства для рабочих перемещений. На рис. 92 показаны шесть различных способов подъема и опускания свай. Верхний подъем отличается простотой и применяется на малых земснарядах. На средних и крупных снарядах такой способ не применяется, так как требует очень высоких конструкций для крепления подъемного блока.

При нижнем подъеме (рис. 92, б) усложняется обслуживание и снижается надежность устройства, так как нижний блок находится в воде.

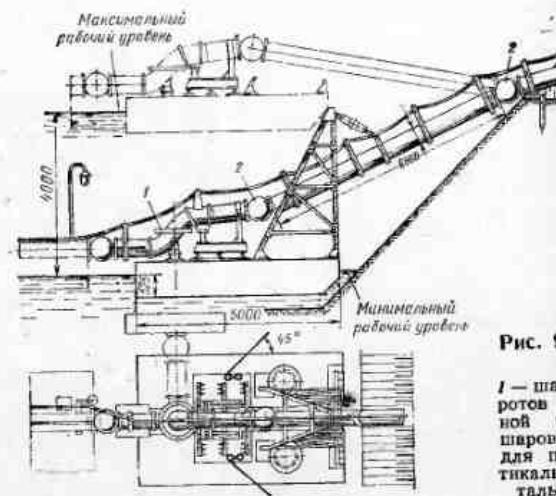


Рис. 91. Береговой понтон

1 — шарир для поворотов в горизонтальной плоскости; 2 — шаровые шариры для поворота в вертикальной и горизонтальной плоскостях

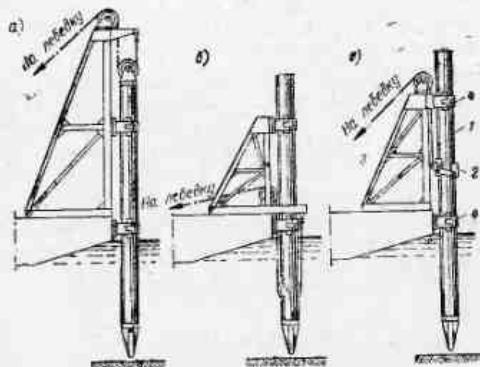


Рис. 92. Способы подъема и опускания папильонажных свай

а — верхний; б — грип-грип; в — фрикционным захватом; г — с принудительной засадкой; д — с регулированием силы нажатия; е — «удавкой»

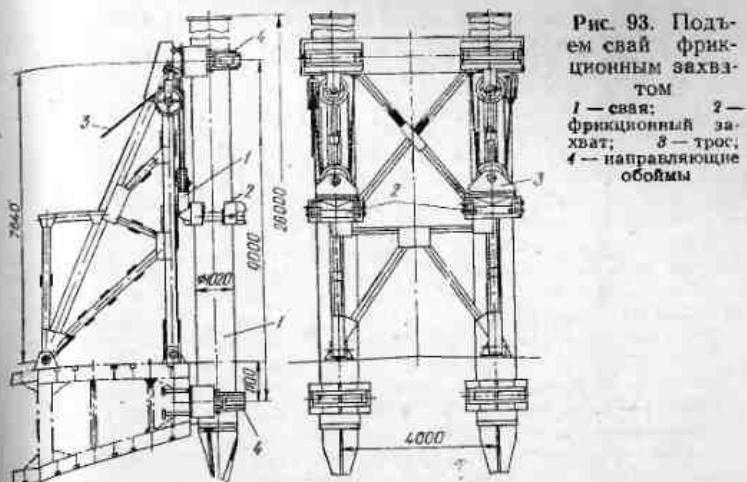


Рис. 93. Подъем свай фрикционным захватом

1 — свая; 2 — фрикционный захват; 3 — трос; 4 — направляющие обоймы

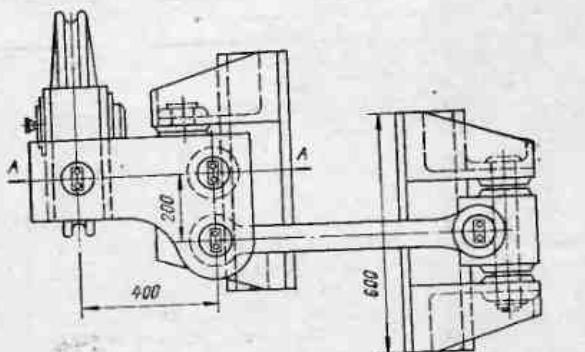
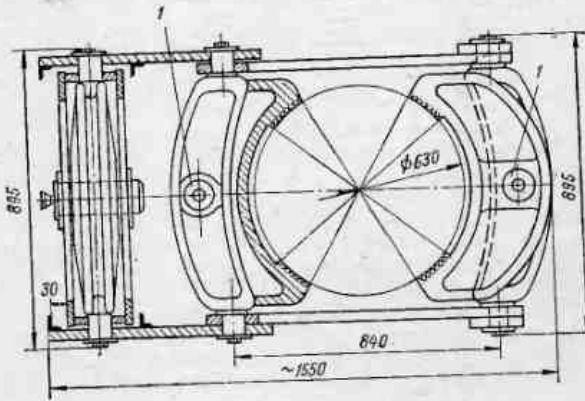


Рис. 94.
Фрикционный захват
системы Гидропроекта



На рис. 92, в показан подъем при помощи фрикционного захвата. Этот захват надежен и не требует высоких металлоконструкций. Свай (рис. 93) фиксируется вертикально в двух направляющих. Фрикционный захват удерживает сваю через полиспастную систему на тросе в любом заданном положении. Трос идет на реверсивную сваеподъемную лебедку.

Захватное приспособление состоит из двух колодок, соединенных между собой тягами на шарнирах. При подъеме задней колодки захват зажимает сваю тем сильнее, чем сильнее будет тянуть лебедка. Между колодками и сваей возникнут достаточные силы трения для ее подъема. При опускании свая захват сидет на нижнюю направляющую обойму и трос ослабнет, колодки захвата разомкнутся и свая получит возможность свободно подать под влиянием собственного веса.

Аппарат свайного хода с захватом такого типа имеют все снаряды, работающие в крупном гидротехническом строительстве.

На рис. 94 показана усовершенствованная конструкция фрикционного захвата, в которой благодаря дополнительным шарнирам исключено влияние возможных перекосов.

Сваи с принудительным опусканием (рис. 92, г) отличаются от прочих тем, что заглубление их в грунт происходит не только под действием собственной массы, но и под влиянием натяжения троса, что может оказаться необходимым для земснарядов, рассчитанных для работы на небольших глубинах.

Система опускания свай с регулированием силы нажатия (рис. 92, д) позволяет обеспечить автоматическое отключение лебедки после достижения в камате силы нажатия определенной, заданной величины. Такое устройство применено на земснаряде 300-40УП.

На некоторых зарубежных земснарядах применяют захват типа «удавки» (рис. 92, е), при этом используется гидропривод.

Рабочая свая, погруженная одним концом в грунт, является неподвижной осью, вокруг которой поворачивается снаряд. Свая при работе землесосного снаряда воспринимает значительные усилия, стремящиеся переместить ее относительно грунта. Для того чтобы свая не перемещалась, она должна иметь удерживающую способность, примерно равную тяговому усилию папильонажной лебедки. Удерживающая способность сваи $T_{\text{св}}$ определяется выражением

$$T_{\text{св}} = 0,46 P_{\text{св}}, \quad (28)$$

где $P_{\text{св}}$ — масса сваи.

Основные параметры работы свай, применяемые на землесосных снарядах, приведены в табл. 31.

Рабочие якоря. Конец рабочего троса крепится к мертвяку (анкеру) или к якорю.

Выбор типа анкерного устройства зависит от местных условий и наличия материала, необходимого для таких целей. Нередко в качестве анкера удается использовать достаточно крупные деревья, растущие на бортах прорези. К якорям прибегают в том случае, если не имеется надводного борта.

Правильный выбор типа и размера якоря имеет большое значение для нормальной работы землесосного снаряда. Якорь с недостаточной удерживающей способностью будет ползти и не обеспечит нормальных рабочих перемещений грунтозаборного устрой-

Основные параметры работы свай

Производительность земснаряда по грунту, м ³ /ч	Глубина разработки, м	Размеры свай			Масса сваи с наконечником, т
		длина, м	диаметр, мм	толщина стенки, м	
100	7	11,5	351	16	1
			402	20	2,3
300	11	20	500	25	7
			700	25	11
300	15	25	700	25	12,5
			1020	36	25
500	15	26	1020	36	26
			1200	36	34
1000	15	28	1200	36	36
			1300	40	45

Примечание. В числителе приведены значения для снарядов среднего типа, в знаменателе — для тяжелых.

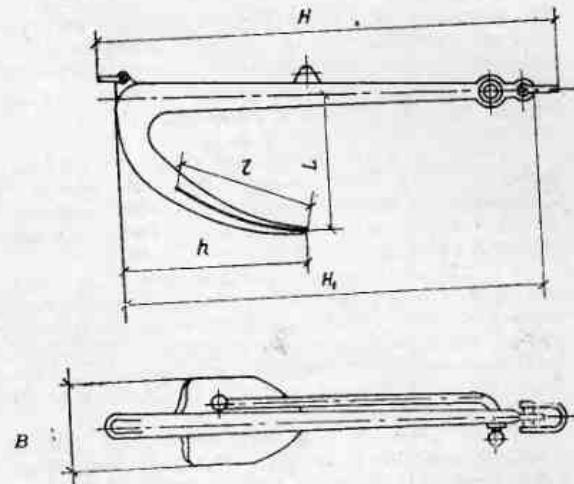


Рис. 95. Усовершенствованный одноболтовый якорь

ства, чрезмерно тяжелый якорь создаст излишние трудности, связанные с его извлечением и перекладкой.

В качестве рабочих якорей землесосных снарядов чаще всего применяются однолапые якоря типа обычных адмиралтейских, одна из лап которых удалена. Возникшая в связи с этим потеря массы компенсируется соответствующим утяжелением второй лапы. Усовершенствованный якорь этого типа показан на рис. 95. Основные размеры таких якорей приведены в табл. 32.

Таблица 32
Размеры якорей

Размеры, мм (см. рис. 95)	Масса якорей, кг							
	100	200	300	500	80	1000	1500	2000
<i>H</i>	1730	2170	2460	2960	3420	3680	4240	4580
<i>H</i> ₁	1510	1890	2140	2580	3010	3220	3740	4050
<i>B</i>	320	400	455	545	640	685	790	850
<i>L</i>	500	625	710	855	1000	1070	1220	1340
<i>h</i>	690	860	980	1180	1380	1470	1700	1850
<i>l</i>	495	615	700	845	990	1050	1200	1320

4. Землесосные снаряды

В крупном гидротехническом строительстве применяют землесосные снаряды следующих типоразмеров: 300-40, 350-50Л, 350-50Т, 500-60 и 1000-80.

Землесосный снаряд типа 300-40 (рис. 96). Корпус земснаряда 300-40 разбит на восемь водонепроницаемых отсеков. Машинное отделение расположено в средней беспалубной части корпуса. На земснаряде установлен грунтовой насос марки 20Р-11 с синхронным электрическим двигателем. Для технического водоснабжения имеются два насоса: рабочий и резервный. Насосы установлены в машинном отделении и находятся всегда под заливом.

Грунтозаборное устройство с фрезерным разрыхлителем подвешено к стреле. Рама может быть наклонена на 45° к горизонту. Соединение между подвижным и неподвижным участками всасывающей трубы выполнено в виде шарового шарнира, часто заменяемого специальным резиновым шлангом.

Снаряд оборудован свайным папильонажным устройством, состоящим из двух носовых папильонажных электролебедок грузоподъемностью по 8,5 т и аппарата свайного хода. Каждая из двух свай, помещенная в неподвижных направляющих, поднимается лебедкой с помощью фрикционных захватов. Управление всеми лебедками сосредоточено в рубке багермейстера. На пульте расположены все контрольно-измерительные приборы.

Надстройка в виде металлического каркаса, закрытого деревянными щитами с двойной обшивкой, образует в первом этаже машинный зал. Рядом с рубкой багермейстера имеются две жилые каюты.

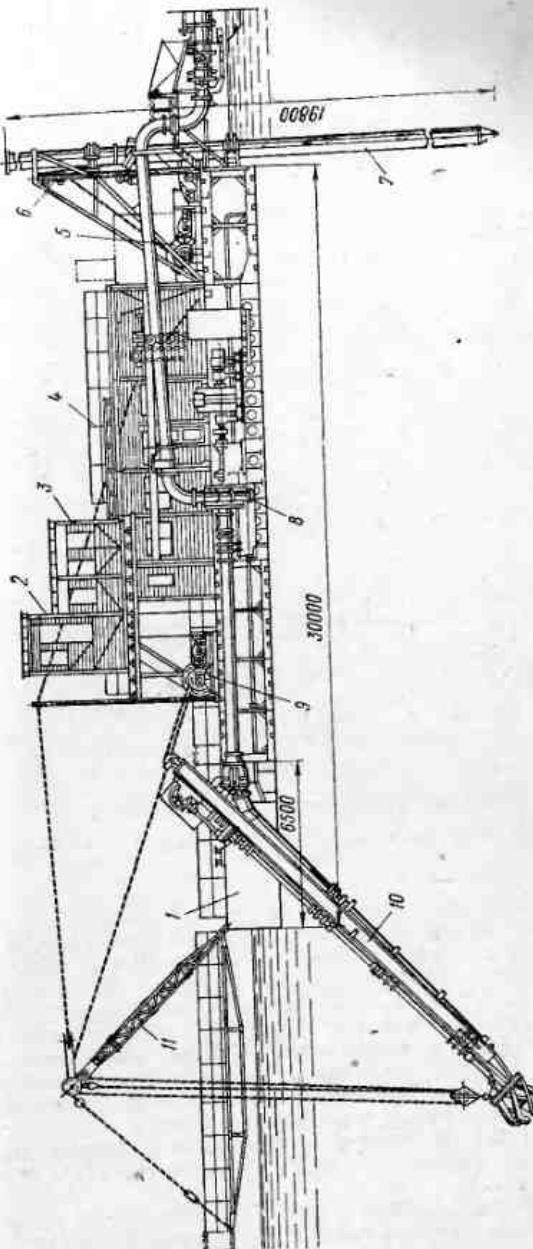


Рис. 96. Землесосный снаряд 300-40
1 — корпус; 2 — рубка; 3 — руль; 4 — надстройка; 5 — лебедка; 6 — папильонаж; 7 — свайный ход; 8 — сваи; 9 — лебедка; 10 — грунтозаборное устройство; 11 — стрела

Землесосный снаряд 300-40 серийно изготавлялся Рыбинским заводом гидромеханизации Минэнерго СССР. Подробная техническая характеристика землесосного снаряда приводится в табл. 33. Землесосный снаряд 350-50Л отличается от снаряда 300-40 следующим: увеличена мощность привода разрыхлителя до 200 кВт; изменена форма фрезы; рама разрыхлителя выполнена секционной.

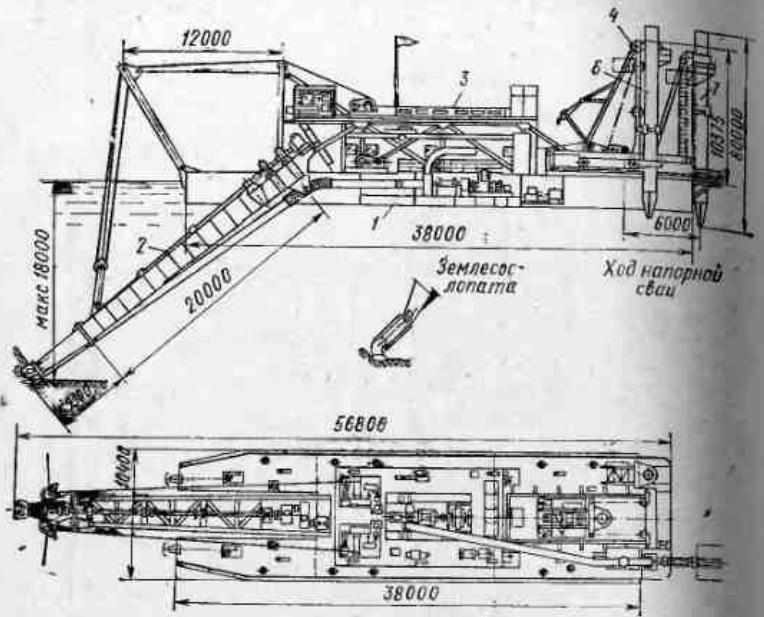


Рис. 97. Землесосный снаряд 350-50Т

1 — корпус; 2 — грунтозаборное устройство; 3 — откатной люк; 4 — напорный свайный ход

ной, что позволяет изменять ее длину с 11,27 до 16,67 м; масса грунтозаборного устройства возросла с 35 до 48 т; увеличено тяговое усилие папильонажных лебедок с 8,4 до 10 т и, кроме того, добавлены станиновые лебедки; изменена в сторону усиления обшивка корпуса (8 вместо 5 мм); увеличена производительность насосов вспомогательного водоснабжения; деревянная обшивка надстройки заменена на стальную гофрированную. Общая масса снаряда составляет 280 т, т. е. по сравнению с массой снаряда 300-40 увеличилась почти на 70 т. Модернизация направлена на приспособление земснаряда к более тяжелым грунтовым условиям.

Земснаряды 350-50Л серийно изготавливаются Рыбинским заводом гидромеханизации Минэнерго СССР. Техническую характеристику снаряда см. в табл. 33.

Землесосный снаряд 350-50Т (рис. 97). Этот снаряд предназначен для разработки тяжелых грунтов. Вооруженный отвальной фрезой, он способен разрабатывать тяжелые глины.

Таблица 33

Технические характеристики землесосных снарядов

Показатель	М3-6	Тип земснаряда					
		300-40	350-50Л	300-40М	350-50Г	300-40УП	500-60
I. Общие данные							
Расчетная производительность:							
в грунтах 11 груп- пы, м ³ /ч	300	420	420	420	420	650	1000
в грунтах V группы, м ³ /ч	—	210	220	220	350	340	600
Марка грунтового на- соса	16Гру-8Л	20Р-11	20Р-11	20Гру-8Л	20Р-11	500-60	28Гру-12
Максимальная глубина разработки, м	6	11	10	11	18	6	15
Минимальная ширина прорези при максималь- ной глубине разработки,	24	35	35	35	45	11	45
Максимальная глубина разработки, м	1,25	1	1,1	1,1	1,7	1,5	—
Осадка в рабочем со- стоянии, м	1,25	1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,95
Масса снаряда без плунжерного пульпопро- вода, т	189	212	230	290	470	385	400
Высота от уровня во- ды (без сан.), м	5,5	10	8,4	8,3	11	8,5	12
Установленная мощность:							

Показатель	М3-6	300-40	350-50Л	300-40М	350-50Т	300-40УП	500-60	500-70ГЛ	1000-80
для дизельных, л. с. электрических, кВт	1380	—	—	—	—	—	—	—	—
Ширина с привальным брюсом, м	—	1227	1450	2029	2300	2970	3543	5130	
Длина, м	8,84	9,8	9,8	10	10,7	11,3	11,4	15,4	12,7
Масса корпуса, т	8,84	9,7	66,5	68,36	89	93	177	127,2	

II. Корпус землесосного снаряда

Тип	Разъем- ный	Неразъ- емный	Разъем- ный	Неразъ- емный	Разъем- ный	Неразъ- емный	Разъем- ный	Неразъ- емный	Неразъ- емный
Длина, м	17,8	9,5	9,5	10,4	10,4	11	10	15	12
Ширина, м	8,54	2,2	2	2,7	2,7	2,5	2,3	3	2,8
Высота борта, м	2,2	2	2	2,7	2,7	2,5	2,3	3	2,8
Масса корпуса, т	51,7	66,5	68,36	89	93	177	127,2		

III. Грунтозаборное устройство

Тип (Ф-фрезерное)	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф
Полная длина, м	9,5	17	16,7	17,6	25,25	15,1	25	62,5	25
Масса грунтозаборного устройства в сборе, т	20,3	35,1	48,1	36,2	73,9	39,2	74,7	328,3	94,8
Диаметр фрезы, м	1,6	1,75	1,96	1,9	1,96	1,96	2,8	1,9	2,7
Частота вращения фре- зы, об/мин	10,5 и 21	18	12; 24	24; 21;	12; 8; 24	12	22	12; 20	12; 18
Диаметр вала; в нижнем подшипни- ке, мм	200	240	240	260	310	240	310	300	360
в пролете, мм	200	180	180	220	260	260	230	300	250

Продолжение табл. 33

Показатель	Тип земснаряда								
	М3-6	300-40	350-50Л	300-40М	350-50Т	300-40УП	500-50	500-70ГЛ	1000-80
Мощность привода, кВт	2(45—55)	115	200	175	320	250	180	400	310
IV. Лебедки									
Рамоподъемные									
Количество	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Тяговое усилие, т	4,5	8,5	10	9	15	5	10	15	10
Скорость на барабане, м/мин	17,8	5,8	8,25	12	39	25,2	15,65	32	15,65
Мощность привода, кВт	16	14,5	14	21	125	17	50	100	50
Бортовые									
Количество	2	2	2	2	2	2	2	4	2
Тяговое усилие, т	6,5	8,5	10	11	15	15	15	15(нос.), 10(кор- пус)	25
Мощность привода, кВт	7,2	9; 14	14	—	12,5	16	4/12,5	9	8,5/18
Скорость на барабане, м/мин	0,6—6	2,9; 5,8	8,85	1—17	0,7/16,5	0,7/28	0,7/19	1,2/30	0,6/13,7
Становые									
Носовая									

Показатель	Тип земнарада								
	M3-6	300-40	350-50Л	300-40М	350-50Т	300-40УП	500-60	500-70ГЛ	1000-90
Тяговое усилие, т	6,5	—	2,5	4,9	—	—	—	—	8,5
Скорость на барабане, м/мин	6,1	—	8,25	20	—	—	—	—	5,8
Мощность привода, кВт	7,5	—	7	—	—	—	—	—	14
Кормовая:									
Тяговое усилие, т	6,5	—	2,5	4,9	—	—	8,5	7	8,5
Скорость на барабане, м/мин	6,1	—	8,25	20	—	—	5,8	—	5,8
Мощность привода, кВт	7,5	—	—	—	—	—	—	—	—
Сваподъемные									
Количество	2	2	2	2	3	2	2	2	2
Тяговое усилие, т	6,5	8,5	10	3—16	5	10	5	—	10
Скорость на барабане, м/мин	0,6—6	5,8	8,85	3—24	36	24,9	15,65	—	15,65
Мощность привода, кВт	7,2	14,4	14	—	46	19	40	—	40
V. Свайный аппарат для рабочих перемещений									
Н — напорный;	Ш	Ш	Ш	Н	Н	Ш	Ш	Ш	Ш
Рабочая свая:									
диаметр, мм	680	330	630	1020	530	1020	—	1020	—
длина, м	13	20	20	30	15	25	—	27,6	—
масса, т	4,8	5,7	4,6	8	5	5	21,5	—	22

Табл. (Ш — шагающий, Н — напорный).

Показатель	Тип земнарада								
	M3-6	300-40	350-50Л	300-40М	350-50Т	300-40УП	500-60	500-70ГЛ	1000-90
Принадельная свая; диаметр, мм	—	—	—	—	—	1020	530	—	—
масса, т						30	15	—	—
Расстояние между сваями, м	3,75	3,2	3,2	—	3,7	6,25	3	—	4
Ход тележки напорной сваян, м	—	—	—	—	6	2,5	—	—	—
Способ захвата свая (Ф — фрикционный)	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф
Усилие напорного механизма, т	—	—	—	—	15	5	—	—	—
Мощность привода напорного механизма, кВт	—	—	—	—	1,5	7,5	—	—	—

Продолжение табл. 33

Показатель	Тип земнарада								
	M3-6	300-40	350-50Л	300-40М	350-50Т	300-40УП	500-60	500-70ГЛ	1000-90
Количество	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Марка	4КМ-6а	4НДВ	3В200×2	4НДВ	3В200×2	3В200×2	3В200×2	3В200×2	3В200×2
Мощность привода,	40	80	125	75	125	125	125	125	125
кВт									
VI. Насосы вспомогательного водоснабжения									

Показатель	Тип земснаряда								
	МЗ-6	300-40	350-50Л	300-40М	350-50Т	300-40УПТ	Б00-60	Б00-70Л	1000-80
VII. Палубные надстройки и вспомогательные помещения в трюме									
Высота над ватерлинией (без мачт), м . . .	5,5	8,4	8,4	—	11	8,5	8,8	12,3	9,7
Количество мест в живых каютах	—	2	—	—	—	—	5	—	13
VIII. Плавучий пульпопровод									
Общая длина, м	597	300	150	150	150	500	500	500	500
Диаметр труб, мм	464	500	600	600	600	700	700	700	800
Количество звеньев	56	50	25	30	25	50	50	50	50
Длина отдельных понтонаов, м	10,5	6	6	6	6	10	10	10	10
Масса понтона в сбое (без гаков соединения), т	3,83	1,5	1,5	1,5	1,5	7,7	7,7	7,7	10
Масса шарового шарнира, т	0,31	0,9	0,69	0,69	0,69	1,55	1,55	—	—

Корпус землесосного снаряда имеет прямоугольные обводы. Для удобства работы в узких прорезях в носовой части корпус имеет скосы $1 \times 3,95$ м. Корпус изготовлен цельносварным или разборным, состоящим из одиннадцати отдельных понтонов. Землесосный снаряд 350-50Т оборудован напорным свайным ходом. В крыше надстройки имеется откатной люк, позволяющий использовать плавучий кран при монтажных и ремонтных работах по основному агрегату. Рубка багермейстера установлена в носовой части надстройки.

На мощной раме, шарнирно подвешенной в носовой части корпуса землесосного снаряда, в зависимости от характера грунтов, подлежащих разработке, устанавливают два различных типа грунтозаборных устройств: фрезерное и ковшовое (землесос-лопата) системы Б. М. Шкундина.

Главные отличия землесосного снаряда для тяжелых грунтов от снаряда 350-50Л и 300-40 сводятся к следующему:

- наличие сменных грунтозаборных устройств;
- напорный свайный ход вместо свайного хода в неподвижных обоймах;

мощность привода фрезерного разрыхлителя увеличена по сравнению со снарядом 300-40 почти в 3 раза (320 кВт вместо 115 кВт); вместо прежних 7 т;

каркас надстройки (суперструктура) является силовой конструкцией, несущей нагрузки от рамы грунтозаборного устройства, мостового крана, и участвует в работе корпуса землесосного снаряда в целом;

глубина разработки увеличена до 18 м (при длиной раме) вместо 11 м у снаряда 300-40. К снаряду могут быть изготовлены укороченные рамы для разработки грунтов на глубине до 11 м или секционная рама, позволяющая вести разработку на глубине до 15 м или (с вынутой секцией) до 9 м;

полная масса земснаряда возросла до 468 т;

- все пульпопроводные коммуникации предусматривают работу на сильнобразильных грунтах.

Опыт эксплуатации землесосных снарядов 350-50Т показывает, что эти снаряды способны давать производительность 350 м³/ч грунта как в тяжелых налипающих глинистых грунтах (при фрезерном разрыхлителе), так и в песчано-гравийных грунтах, содержащих выше 40% гравийных частиц (при ковшовом грунтозаборном устройстве).

Землесосные снаряды 350-50Т серийно изготавливаются Рыбинским заводом гидромеханизации Минэнерго СССР. Подробная техническая характеристика снаряда приведена ниже.

В конце 1973 г. этим же заводом изготовлен земснаряд типа 350-50ТМ; снаряд успешно прошел заводские испытания.

Ниже приводится техническая характеристика земснаряда типа 350-50ТМ.

Глубина разработки, мм:

минимальная

15

максимальная

15

Габаритные размеры земснаряда в

57

транспортном положении, м:

длина

57

ширина	10,6
высота (без свай)	10,2
Основные размеры, мм:	
длина	38
ширина	10,4
высота борта	2,7
Разряд судна по Регистру РСФСР	0
Питание от ЛЭП, кВ	6
Тип грунтового насоса	Основной 20Р-11М или 500-60М
Производительность по пульпе, м ³ /ч	3800 5600
Напор, м вод. ст.	50 60
Водоизмещение, т	445 475
Осадка средняя, м	1,6 1,7
Общая установленная мощность, кВт	2240 3390

Насосы технической воды	6МС-7 ЭВ-200×2
Папильонажная лебедка:	
количество	2
тяговое усилие, т	22,5
Рамоподъемная лебедка:	
количество	2
тяговое усилие, т	10
Свайный аппарат для папильонирования:	
диаметр свай, мм	
напорной	1020
прикольной	630
длина свай, м	27
Лебедка передвижения напорной сваи:	
количество	1
тяговое усилие, т	7,5

Землесосный снаряд типа 500-60 (рис. 98). Корпус снаряда имеет прямоугольные обводы. В средней беспалубной части корпуса размещено машинное отделение. Корпус имеет десять отсеков. На снаряде установлен специальный грунтовой насос марки 500-60 с электродвигателем.

Для вспомогательного водоснабжения установлены два насоса, из которых один резервный. Грунтозаборное устройство фрезерного типа подъемной лебедкой может опускаться и подниматься, меняя угол к горизонту от 0 до 45°. Гибкое соединение выполнено в виде шарового шарнира или специального шланга. Напорный пульповод изготовлен из особо прочных труб с повышенной толщиной стенок. На прямом участке пульповода установлены обратный клапан и сальниковый компенсатор. Напорный пульповод переходит в вертикальный сальниковый шарнир, соединенный с плавучим пульповодом патрубком и двумя шаровыми шарнирами, воспринимающими колебания осадки снаряда.

Снаряд оборудован свайным папильонажным устройством. Две папильонажные лебедки грузоподъемностью по 15 т имеют коробку скоростей и привод от четырехскоростных электромоторов. Па-

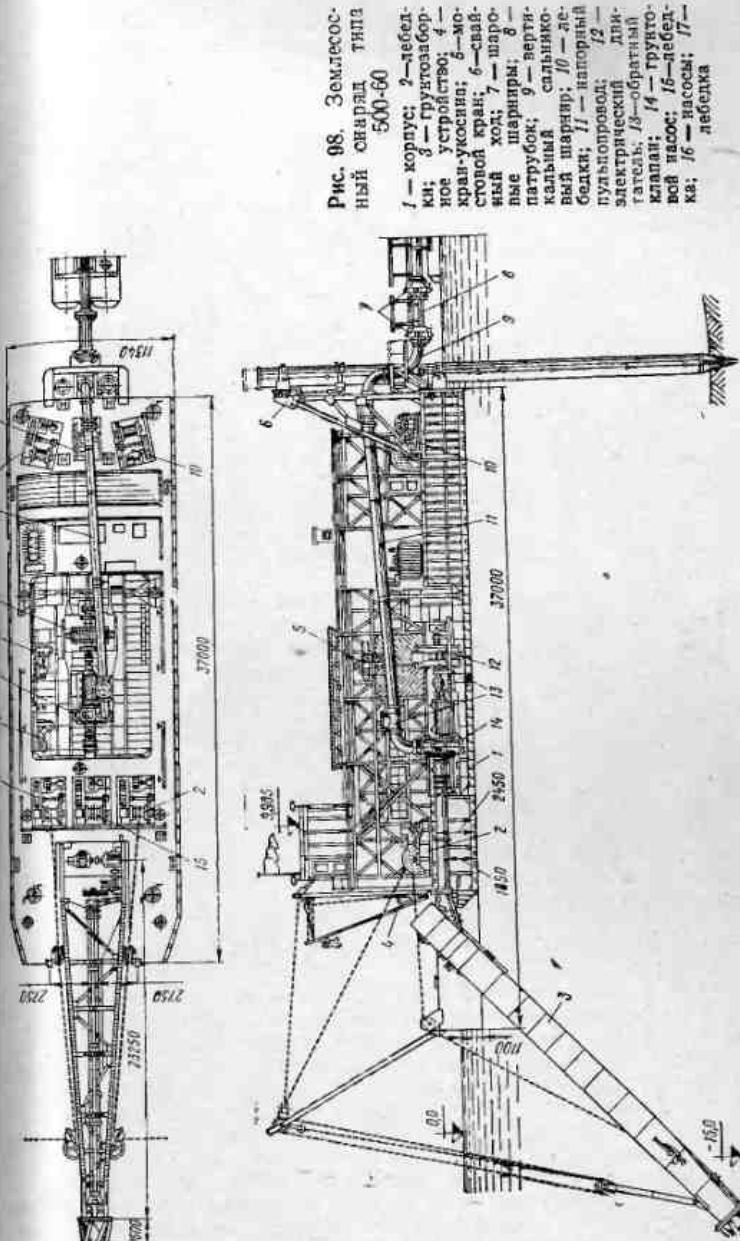


Рис. 98. Землесосный снаряд типа 500-60
 1 — корпус; 2 — лебедка; 3 — грунтозаборник; 4 — гибкое устройство; 5 — морской кран; 6 — свайный ход; 7 — шаровые шарниры; 8 — патрубок; 9 — вертикальный сальниковый шарнир; 10 — лебедка; 11 — напорный пульповод; 12 — электрический двигатель; 13 — обратный клапан; 14 — грунтовый насос; 15 — лебедка; 16 — насос; 17 — лебедка

пильонирование может осуществляться на 24 различных скоростях. Подъем и опускание свай осуществляются электролебедками грузоподъемностью по 10 т. На снаряде имеется одна становая лебедка.

Управление грунтозаборным устройством и всеми лебедками централизовано и сосредоточено на пульте в рубке багермейстера, откуда можно при необходимости остановить главный агрегат. Запуск же его, как и насосов технического водоснабжения, возможен только из машинного отделения.

При ремонтах используется ручной мостовой кран грузоподъемностью 5 т, а для приема грузов на борт снаряда — два ручных крана-укояни грузоподъемностью по 5 т. Подробная техническая характеристика снаряда приведена в табл. 33.

Землесосный снаряд 1000-80 (рис. 99). Электрический землесосный снаряд 1000-80 является сейчас самым мощным из изготовленных в СССР землесосных снарядов. Общая установленная мощность снаряда 1000-80 составляет 5130 кВт. Производительность снаряда в благоприятных условиях доходит до 800 тыс. м³ и более грунта в месяц при дальности подачи до 4 км.

Снаряд 1000-80 несамоходный. Буксировку снаряда на небольшие расстояния может производить катер мощностью 100—150 л. с. Для дальних перебросок мощность буксира должна быть не менее 350—400 л. с. Для облегчения буксировки снаряда днище корпуса в корме поднято почти до ватерлинии. Корпус снаряда имеет прямоугольную форму и разделен на десять изолированных отсеков.

Над машинным отделением в крыше надстройки имеется откатной люк, через который плавучим краном может быть подано для монтажа или взято для ремонта тяжелое оборудование в сборе, например, грунтовой насос или электродвигатель.

Грунтовой насос марки 1000-80 соединен с электродвигателем мощностью 4400 кВт. Для вспомогательного водоснабжения установлены два насоса типа ЗВ200×2. Электродвигатель грунтового насоса земснаряда 1000-80 — асинхронный с синхронизацией. При работе в асинхронном режиме скорость вращения электродвигателя регулируется реостатом на 240, 260, 280 и 297 об/мин.

Грунтозаборное устройство расположено на сварной раме, образованной двутавровыми балками переменного сечения высотой до 1800 мм. Рамоподъемная и передняя становая лебедки установлены на носовой части корпуса.

Шланг на всасывающей линии обеспечивает возможность изменения угла наклона рамы грунтозаборного устройства в пределах от 0 до 45°.

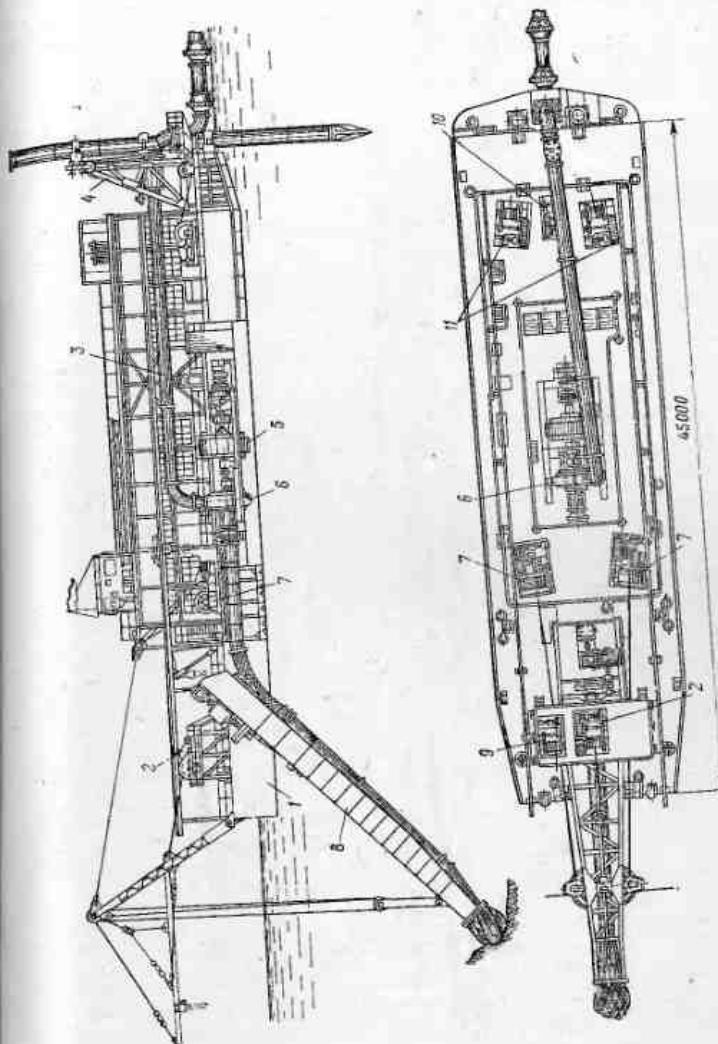
Фреза митрообразной формы с шестью ножами.

Напорный пульпопровод диаметром 800 мм изготовлен из труб с толщиной стенок 14 мм. Все колена, обратный клапан и вертикальный сальниковый шарнир выполнены в виде стальных отливок с утолщенными стенками в местах наибольшего износа.

Устройство для рабочих перемещений состоит из носовых лебедок, свайного аппарата и двух сваеподъемных лебедок. Кроме того, установлена кормовая становая электролебедка.

Управление лебедками централизованное. В машинном зале установлен ручной мостовой кран грузоподъемностью 10 т. Машинное отделение с носовой палубой корпуса соединены подкрановыми путями, что позволяет вывести кран наружу для обслуживания разрыхлителя. Для этой же цели к А-образной стреле подвешены

Рис. 99. Землесосный снаряд 1000-80
1 — корпус; 2 — лебедка;
3 — напорная ма; 4 — пульпопровод; 5 — свайный ход; 6 — электрическая линия; 7 — грунтовой насос; 8 — грунтозаборное устройство; 9 — лебедка; 10 — лебедка; 11 — лебедка



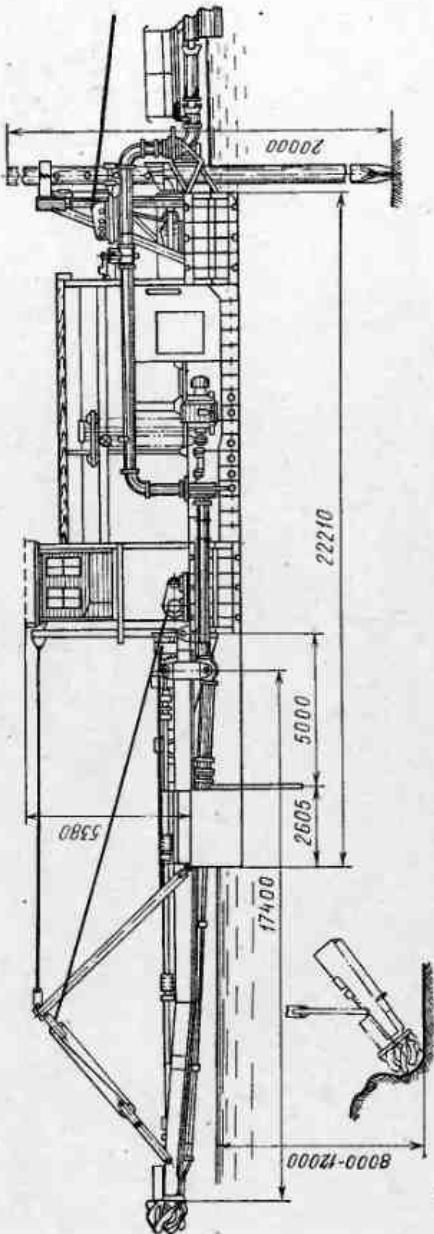


Рис. 100. Землесосный снаряд 100-40К

два монорельса с 5-тонными катучими тельферами и установлены два крана-укосины с подвешенными к ним ручными 5-тонными талами.

На земснаряде имеется механическая мастерская.

Техническая характеристика снаряда приводится в табл. 33.

Землесосный снаряд 100-40К (рис. 100). Этот снаряд трюмного типа оборудован фрезерным рыхлителем и простым свайным ходом. Снаряд предназначен для разработки легких песчано-гравийных месторождений. По сравнению со снарядом 100-35 увеличены мощность привода разрыхлителя и соответственно тяговое усилие пальмажных лебедок, значительно усилены портал и сваи свайного хода. Детали снаряда, подверженные абразивному износу, изготовлены из износостойчивых сталей. Коленам приданы плавные формы, их стени в зонах повышенного износа имеют утолщения.

Снаряд рассчитан на работу на глубинах до 8 и до 12 м, для чего предусмотрены вставка в раму рыхлителя и два приставных щитона, позволяющих увеличивать длину корпуса.

На землесосных снарядах 100-40К могут устанавливаться различные грунтовые насосы с водопроизводительностью до 1600—1800 м³/ч.

Землесосные снаряды типа 100-40К с различными модернизациями выпускаются Рыбинским заводом гидромеханизации Минэнерго СССР. Характеристика снаряда приводится в табл. 34.

Землесосный снаряд 16Гру-8л. Этот землесосный снаряд изготовлен трестом «Гидромеханизация» Минмонтажепцстроя СССР и получил свое название от смонтированного на нем грунтового насоса. Землесосный снаряд рассчитан на разработку грунтов I—VI категорий. Дальность транспортирования в средних условиях 2 км по горизонтали. На снаряде могут быть смонтированы роторно-ковшовый рыхлитель, фрезерный рыхлитель или эжекторное грунтозаборное устройство. Глубина разработки (максимальная) соответственно будет равна 10, 12 и 25 м. Минимальная глубина разработки 2 м. Ширина прорези при повороте на 60° приблизительно равна 35 м. Масса снаряда (без плавучего пульпопровода) 150 т, осадка в рабочем состоянии 0,95 м. Установленная мощность: при механическом рыхлителе 788,5 кВт, при эжекторном грунтозаборном устройстве 933,5 кВт. Ширина земснаряда 9,2 м. Земснаряд оборудован напорным свайным ходом. Производительность землесосного снаряда (при условной консистенции 1 : 10) 200 м³/ч.

Землесосный снаряд для узких прорезей типа 300-40УП (рис. 101). Этот снаряд отличается особой системой рабочих перемещений, которая и обеспечивает возможность разработки узких прорезей. Грунтовой насос смонтирован в трюме корпуса. Грунтозаборное устройство шарнирно подвешено к поворотному кругу, смонтированному в носовой части землесосного снаряда, и вместе с этим кругом с помощью лебедок может поворачиваться вокруг вертикальной оси на угол в 55° в обе стороны от оси снаряда. Лебедки имеют тяговое усилие, равное 15 т, работают от электродвигателя постоянного тока, чем достигается широкое и плавное регулирование рабочих скоростей. Неподвижность корпуса землесосного снаряда при поворотах грунтозаборного устройства обеспечивают двумя прикольными сваями в носовой части снаряда и напорной сваи в кормовой части. Подачу снаряда вперед по прорези осуществляют напорным свайным ходом.

Техническая характеристика землесосных снарядов

Показатель	Марка землесосного снаряда						160-50Р
	8ПЗУ-3М	ЭРС-2	12А-4	12Р-7	100-40К	12А-5	
I. Общие данные							
Расчетная производительность:							
в группах II группы,	80	100	160	150	180	140	140
м³/ч							
в группах V группы,	—	—	50	60	50	50	50
м³/ч							
Марка грунтового насоса	8Н3М	12Гр-8Т	12Н3-У	12Р-7	3ГМ-2М	3ГМ-1М	3ГМ-1М
Максимальная глубина разработки, м	6	6	12	6	12	7,5	8,2
Минимальная широта проезза при максимальной глубине разработки, м	—	—	—	—	30	30	30
Осадка в рабочем состоянии, м	0,5	0,53	0,62	0,8	0,74	0,57	0,86
Масса снаряда без плаунжера тульнопроводка, т	26,2	37,5	87	110	112	89	134
Высота от уровня воды (без спай), м	4	3,9	6,2	6,4	6,25	5,73	8,94
							8,88

Продолжение табл. 34

Показатель	Марка землесосного снаряда						160-50Р
	8ПЗУ-3М	ЭРС-2	12А-4	12Р-7	100-40К	12А-5	
II. Корпус землесосного снаряда							
Установленная мощность для:							
дизельных, л. с.	150	300	—	650	—	752	—
электрических, кВт	—	—	—	—	9,1	8,33	9,1
Ширина борта	4,6	—	—	—	—	—	—
Масса корпуса, т	9,9	—	—	—	—	—	—
III. Грунтозаборное устройство							
Тип	Разъемный	Неразъемный	Разъемный	Разъемный	Разъемный	Разъемный	Разъемный
Размеры, м:							
длина	1,5	15	19,2	19,8	22,2	19,26	22,02
ширина	4,5	5,7	9,1	8,6	8,1	9,1	9,44
высота борта	1,1	1,1	1,2	1,6	1,6	1,2	1,52
Масса корпуса, т	10	10	28,6	36,7	34,5	28,65	35,96
Тип (Ф — фрезерное, Р — роторное)	Ф, Р	Ф, Р	Ф, Р	Ф, Р	Ф	Ф	Ф
Полная длина, м	5,8	—	—	18,5	13	13	13
Масса грунтозаборного устройства в сборе, т	1,65	3	11,7	11	15,7	11,3	11,3
Диаметр фрезы или ротора, м	0,7	1,2	1,25	1	1,34	1,25	1,25

Показатель	Марка землерыхного спар для						Гидроцилиндры 210 кН 2 м/мин	19,4—25,7	
	8ПЗУ-3М	ЭРС-2	12А-4	12Р-7	100-40К	12А-5	12А-5М	12А-5Д	160-50Р
Частота вращения фрезы, об/мин	13,5	13	10; 20	8,3	15	10; 20	10; 20	15	19,4—25,7
Диаметр вала, мм;									
в нижнем подшипнике	—	—	—	—	180	160	160	160	240
в пролете	—	—	—	—	128	130	130	130	180
Мощность привода, кВт	14	28	25/40	36	40	53	53	40	75

IV. Лебедки

Рамоподъемные	Марка землерыхного спар для						Гидроцилиндры 210 кН 2 м/мин	19,4—25,7	
	8ПЗУ-3М	ЭРС-2	12А-4	12Р-7	100-40К	12А-5	12А-5М	12А-5Д	160-50Р
Количество, шт.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Количество усилие, т	1,2	5,3; 2,86	2,5	2,5	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1
Скорость на барабане, м/мин	4,2	1,8; 2,5; 4,3	20,5	11,5	11,5	19,2	19,2	19,2	—
Мощность привода, кВт	1,7	1,7(2,1); 2,8	10	7	7	18,5	18,5	18,5	—
Бортовые									
Количество, шт.	2	5,3; 2,86	2	2	2	2	2	2	2
Тяговое усилие, т	1,2	5,3; 2,86	2,5	2,5	3,6; 4,2	3,6; 4,2	3,6; 4,2	3,6; 4,2	3,6; 4,2

Продолжение табл. 34

Показатель	Марка землерыхного спар для						Гидроцилиндры 210 кН 2 м/мин	19,4—25,7	
	8ПЗУ-3М	ЭРС-2	12А-4	12Р-7	100-40К	12А-5	12А-5М	12А-5Д	160-50Р
Мощность привода, кВт	1,7	1,7(2,1); 2,8	2/3,5	7	3/5	3,2; 6	3,2; 6	3,2; 6	—
Скорость на барабане, м/мин	4,2	1,8(2,5); 3,4—6,5	8/1,3	11,5	0,7/14	3,64; 7,28	3,64; 7,28	3,64; 7,28	3—15
Кормовая									
Тяговое усилие, т	—	—	—	—	2,5	—	—	—	—
Скорость на барабане, м/мин	—	—	—	—	—	11,5	—	—	—
Сваподъемные									
Количество	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Тяговое усилие, т	2,5	2,5	2,5	2,5	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1
Скорость на барабане, м/мин	4,2	—	20,5	11,5	11,5	19,2	19,2	19,2	—
Мощность привода, кВт	1,7	—	10	7	4,5	18,5	18,5	18,5	—

V. Свайный аппарат для рабочих перемещений

Тип (Ш — шагающий, Н — напорный)	Марка землерыхного спар для						Гидроцилиндры 210 кН 2 м/мин	19,4—25,7
	Ш	Н	Ш	Н	Ш	Н		
	Ш	—	Ш	—	Ш	—	—	—

Продолжение табл. 34

Показатель	Марка землеройного спаряда							
	8ПЗУ-3М	ЭРС-2	12А-4	12Р-7	100-40К	12А-5	12А-5М	12А-5Д
Рабочая свая:								
диаметр, мм	290	—	325	377	529	325	530	450
длина, м	8,5	—	13	12,5	20	13	13	2,841
масса, т	—	—	1,34	1,77	4,2	1,34	2,7	—
Приколы на сваях:								
диаметр, мм	—	—	—	377	—	—	—	—
длина, м	—	—	—	12,5	—	—	—	—
масса, т	—	—	—	1,77	—	—	—	—
расстояние между сваями, м	—	—	—	—	2,5	1,7	1,7	—
Ход тележки напорной свая, м	—	—	—	—	—	—	—	—
Способ захвата свая (Б—блочный, Ф—фрикционный)	—	—	—	2,25	—	—	—	1,5
Усилие напорного механизма, т	Ф	Б	Б	Ф	Ф	Б	Б	Ф
—	—	—	—	—	—	—	—	5

6 Зак. 236

Продолжение табл. 34

Показатель	Марка землеройного спаряда							
	8ПЗУ-3М	ЭРС-2	12А-4	12Р-7	100-40К	12А-5	12А-5М	12А-5Д
Мощность привода напорного механизма, кВт								
—	—	—	—	—	—	—	—	—
Мощность привода, кВт	—	—	—	7	—	—	—	—
Количество	—	1 ЭК-9	1 4КМ-8	1 КСМС-50×100	2 3К-6	1 4КМ-8	2 4КМ-8	2 4КМ-8
Марка	—	—	28	28	20	28	28	28
VI. Насосы вспомогательного водоснабжения								
Общая длина, м	67,5	153	109	60	120	109	109	120
диаметр труб, мм	273	350	400	400	400	400	400	400
Количество звеньев	15	25	15	10	20	15	15	20
Длина отдельных лентонов, м	4,5	6,12	7,91	6	6,2	7,9	7,9	6,2
Масса шарового шарнира, кг	—	—	247	247	303	247	247	303
VII. Плавучий пульпопровод								
диаметр трубы, мм	—	—	—	—	—	—	—	—
Количество звеньев	—	—	—	—	—	—	—	—
Длина отдельных лентонов, м	—	—	—	—	—	—	—	—
Масса плавучего пульпопровода, кг	—	—	—	—	—	—	—	—
Гидроцилиндр, 210 мм; ход = 1250 мм	—	—	—	—	—	—	—	—

153

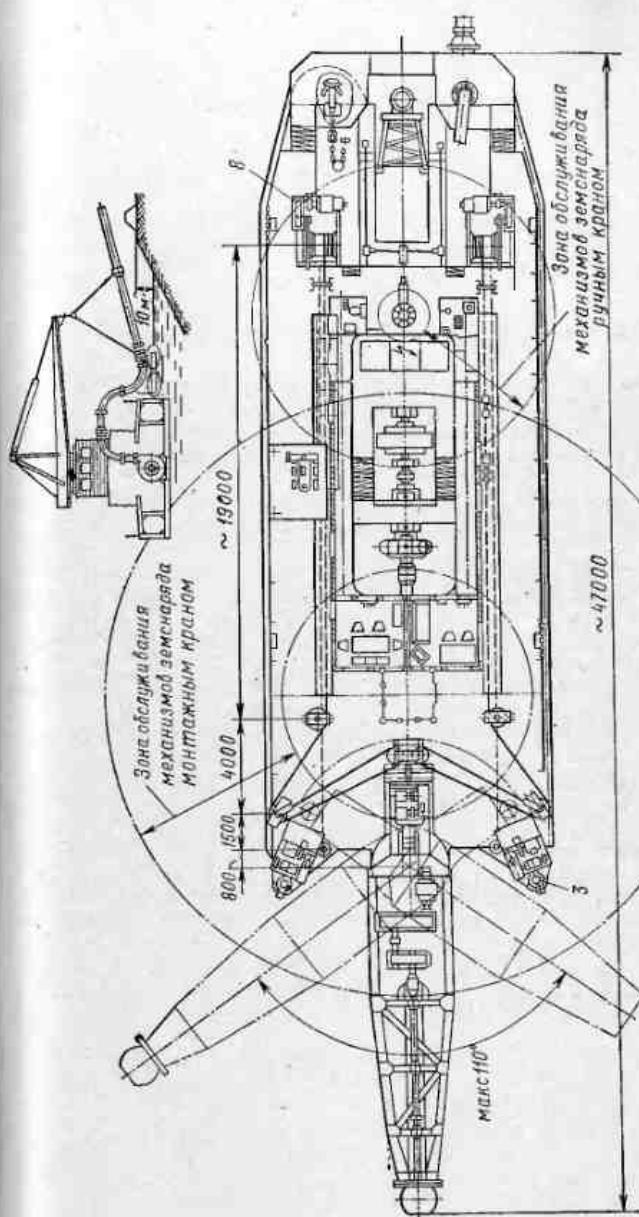
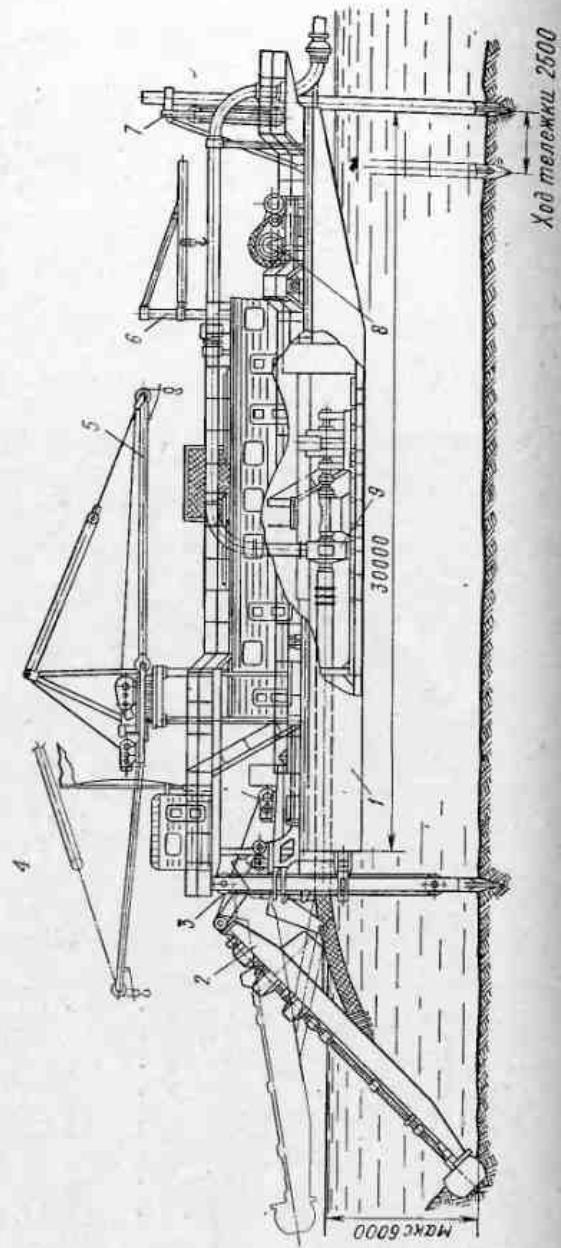


Рис. 101. Землесосный снаряд для узких прорезей типа 300-40УП

1 — корпус; 2 — грузотаборное устройство; 3 — приколыные сланцы; 4 — трубка управления; 5 — монтажный кран 6 т; 6 — грунтовой насосной кран 3 т; 7 — аппарат напорного слияния; 8 — пальцевая насосная установка

Передвижение копра напорного свайного хода осуществляют при помощи двух винтов. Для разработки широких прорезей в конструкции землесосного снаряда предусмотрена возможность стопорения хвостовой части поворотного круга грунтозаборного устройства. После соответствующей перепасовки тросов и закладки якорей можно работать так, как работают обычные землесосные снаряды с напорным свайным ходом. Рамоподъемная лебедка установлена на поворотном круге, и блоки рамоподъемного полиспаста закреплены в хвостовой части рамы. На земснаряде установлены два крана грузоподъемностью 5 и 3 т: 5-тонный кран может быть использован при работе с подвесным пульповодом; 3-тонный кран обслуживает кормовую часть снаряда. Снаряд изготовлен на Рыбинском заводе гидромеханизации Минэнерго ССРР. Техническая характеристика снаряда приведена в табл. 33.

5. Управление землесосными снарядами

Управление снарядами состоит из следующих основных операций: пуска, управления работающим снарядом и остановки. Работа снаряда обеспечивается выполнением следующих вспомогательных операций: установкой снаряда в забое и перекладкой папильонажных якорей.

Пуск снаряда в работу должен быть быстрым, но не вызывать перегрузки оборудования, гидравлических ударов и других вредных явлений.

Управление работающим снарядом должно обеспечивать максимальную производительность при соблюдении заданного профиля выемки. В рабочих органах и агрегатах землесосного снаряда не должны возникать перегрузки, могущие привести к аварии или преждевременному износу.

При остановке землесосного снаряда необходимо обеспечивать возможность последующего быстрого запуска снаряда.

На всех современных электрозвемлесосных снарядах управление централизовано и сосредоточено на пульте в рубке багермейстера.

Багермейстер может пускать и останавливать все лебедки, а также может на некоторых снарядах включать и выключать мотор привода разрыхлителя, но на большинстве снарядов грунтовой насос с пульта может быть только остановлен. Запуск его осуществляют из машинного отделения. Управление вспомогательными насосами также не всегда выведено на центральный пульт.

На центральном пульте смонтированы приборы, позволяющие контролировать работу землесосного снаряда и его агрегатов.

Комплект пульта обычно состоит из двух столов, размещают их под левой и правой руками багермейстера для возможности работы сидя. Просвет между столами оставляет свободный обзор забоя.

Для связи с машинным залом используют звуковую (звукоющую) сигнализацию, а также фоническое переговорное устройство или телефоны судового типа.

Состав работ по обслуживанию электрических землесосных снарядов следующий: прием смены; разработка грунта; транспортирование грунта к месту укладки; рабочие перемещения, передвижка в забое и перевод из забоя в забой, закладка и перенос якорей или анкеров (мертвяков); наращивание и укорачивание плавучего пуль-

попровода; подсоединение плавучего пульповодов к магистральному пульповоду и отсоединение его; надзор и очистка в случае необходимости пульповодных коммуникаций на землесосном снаряде; прокладка электрического кабеля по плавучему пульповоду и снятие его; промывка пульповодов водой; присоединение и отсоединение берегового электрического кабеля длиной до 75 м с переносом его на расстояние перевода землесосного снаряда в пределах карьера и раскладкой его на козлах; работа синхронных электродвигателей на компенсацию коэффициента мощности во время внутрисменных простоев; профилактические ремонты землесосного снаряда в объеме, предусмотренном специальным перечнем; надзор за электрическими кабелями и другими сетями, а также линиями связи; содержание в чистоте землесосного снаряда и всех его механизмов; поддержание связи с картой намыва и перекачивающей установкой; ведение вахтенного журнала; сдача смен.

Состав бригады приведен в табл. 35.

При подготовке землесосных снарядов к работе в зимних условиях необходимо:

произвести полное отопление землесосного снаряда, ликвидировать все возможные щели и неплотности в обстройке. Тросы при внутреннем расположении лебедок пропускают через деревянные короба с резиновыми фартуками;

установить достаточное количество электрических калориферов для обогрева вспомогательных насосов и трубопроводов;

произвести тщательный ремонт всего земснаряда, ибо бесперебойность в работе является важнейшим фактором повышения эффективности гидромеханизации в условиях отрицательных температур;

подготовить запас быстроизнашиваемых деталей, подогнанных к данной конкретной машине;

обеспечить комплектом инструментов и приспособлений, запасом смазочных и уплотняющих материалов, необходимых для эксплуатации. Установить в разных точках машинного зала три-четыре термометра;

во все отсеки трюма корпуса провести электрическое освещение и установить сигнализацию появления водотечности.

С наступлением отрицательных температур необходимо особенно тщательно следить за созданием условий безопасной работы для команды: систематически скальывать наледь, следить за исправностью всех трапов, ограждений и перил, посыпать оледеневшие проходы песком или шлаком.

Автоматизация землесосных снарядов. Автоматические системы, применяемые на землесосных снарядах, по степени полноты задачи можно разделить на четыре группы:

автоматические устройства, сигнализирующие о неисправностях тех или других узлов землесосного снаряда, и автоматические противоварийные блокировки, исключающие возможность неправильных включений;

автоматические устройства, обеспечивающие возможность осуществить запуск или остановку крупного землесосного снаряда нажатием одной кнопки или поворотом соответствующего ключа;

автоматические устройства, осуществляющие управление технологическим процессом работы землесосного снаряда по заданной программе;

автоматические самонастраивающиеся системы управления технологическим процессом работы землесосного снаряда.

Таблица 35

Состав бригад землесосных снарядов

Наименование профессий	Количество персонала для землесосных снарядов типа						6НЗ, 8НЗ	
	1000-80		500-60		300-40			
	в сутки	в смену	в сутки	в смену	в сутки	в смену		
Начальник землесосного снаряда	1	—	1	—	1	—	—	
Старший механик	1	—	1	—	1	—	—	
Инженер-электрик	1	—	—	—	—	—	—	
Старший багермейстер	1	—	1	—	—	—	—	
Багермейстер	—	1	—	1	—	—	—	
Машинист землесосного снаряда (багермейстер) 6-го разряда	—	—	—	—	—	1	—	
То же, 5-го разряда	—	—	—	—	—	—	1	
Помощник машиниста землесосного снаряда 4-го разряда	—	—	—	—	—	—	—	
Машинист мебельборудования 6-го разряда	—	1	—	1	—	—	—	
То же, 5-го разряда	—	—	—	—	—	—	1	
То же, 4-го разряда	—	—	—	—	—	—	—	
Помощник машиниста механического оборудования 5-го разряда	—	1	—	1	—	—	—	
Машинист электрооборудования 6-го разряда	—	1	1	1	—	—	—	
То же, 5-го разряда	—	—	—	—	—	—	—	
То же, 4-го разряда	—	—	—	—	—	1	1	
Помощник машиниста электрооборудования 5-го разряда	—	1	—	1	—	—	—	
То же, 5-го разряда	—	—	—	—	—	—	1	
То же, 4-го разряда	—	—	—	—	—	—	1	
Помощник машиниста электрооборудования 5-го разряда	—	1	—	1	—	—	—	
То же, 4-го разряда	—	—	—	—	—	—	1	
Речной рабочий 3-го разряда	1	—	—	—	—	—	—	
То же, 2-го разряда	—	3	—	2	1	1	1	
Электросварщик 5-го разряда	1	—	1	—	1	—	—	

Автоматические системы первой группы получили достаточно широкое распространение. На крупных снарядах применяют системы второй группы. Что касается систем третьей и четвертой групп, то их применение ограничивается только отдельными примерами на отдельных землесосных снарядах в опытном порядке.

6. Землесосные перекачивающие станции

Плавучая перекачивающая станция 300-40 (рис. 102) предназначена для перекачивания пульпы плавучих земснарядов типов 300-40, 350-50Л и 350-50Т.

Станция имеет неразборный, трюмный корпус. В трюме смонтирован грунтовой насос. Надстройка деревянная, щитовая с металлическим каркасом. Ремонтные работы на станции производятся с помощью ручной кран-балки грузоподъемностью 5 т и передвигаемого по монорельсу тельфера такой же грузоподъемности. Для швартовых работ на палубе установлены четыре ручных шпилля.

Техническая характеристика станции 300-40

Производительность по пульпе, м ³ /ч (грунтовой насос марки 20Р-11)	3600
Развиваемый напор, м вод. ст.	50
Осадка	0,6
Водонизмещение, т	140
Привод грунтового насоса — электрический двигатель, кВт	800—1200
Частота вращения, об/мин	500
Напряжение, В	6000
Трансформатор собственных нужд, кВа	240
Вспомогательный насос	4НДв
Диаметры трубопроводов, мм:	
всасывающий	500
напорный	500

7. Вспомогательный флот для обслуживания землесосных снарядов

Полная номенклатура вспомогательного флота, обслуживающего крупные электрические землесосные снаряды, включает: брандвахты; лодки; гребные или моторные пассажирские; буксируемые суда; завозни; плавучие краны; плавучие мастерские; водолазные станции.

В конкретных условиях этот состав может меняться; правильный подбор обслуживающего флота существенно влияет на эффективность работы землесосных снарядов.

Брандвахты позволяют быстро развернуть работы гидромеханизации. В СССР изготавливают брандвахты разных типов (см. табл. 36).

Лодки гребные. Количество разъездных лодок колеблется от двух до пяти, одна из которых должна рассматриваться как аварийная и непрерывно находиться около землесосного снаряда.

При больших землесосных снарядах, работающих на крупных реках, целесообразно иметь моторные лодки.

Таблица 36

Технические характеристики брандвахт

Тип	Одноместная, на металлическом корпусе с деревянной надстройкой и штурвалной рубкой в корме	Одноместная, на железобетонном корпусе с деревянной надстройкой
Разряд по речному регистру .	P	P
Размеры корпуса, м:		
длина	26	28
ширина	7,5	8,5
высота борта	1,5	2
Габаритные размеры, м:		
длина	27,8	28,36
ширина	7,8	8,86
высота над ватерлинией	7	6,13
Осадка, м:		
порожней	0,41	—
с грузом	0,48	—
Водоизмещение, т:		
порожней	65	136
с грузом	75	147
Число спальных мест	17	18
В том числе:		
в одноместных каютах	5	8
в двухместных каютах	12	10

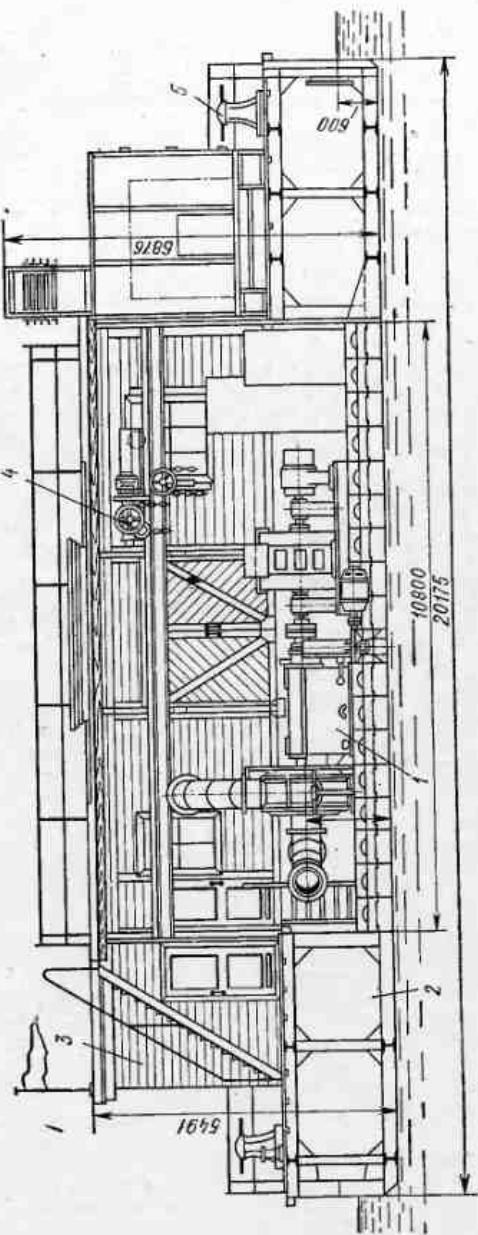


Рис. 102. Плавучая перекачивающая станция 300-40
1 — дренажный насос; 2 — корпус; 3 — надстройка; 4 — мостовой кран; 5 — ручной шпиль

Буксиры суда необходимы для установки землесосных снарядов в забое, перестановки их с места на место и буксировки других судов вспомогательного флота. При землесосных снарядах водоизмещением 300—400 т достаточно иметь катер мощностью 60—80 л. с. Для обслуживания земснарядов водоизмещением 500 т и более необходимы катера с мотором 120—180 л. с.

Для буксировки землесосных снарядов на значительные расстояния обычно пользуются услугами соответствующих организаций коммерческого водного транспорта.

Завозни для завозки якорей строят гребные и моторные (табл. 37). Моторные используются для землесосных снарядов производительностью 500 м³/ч и более грунта. Для подъема якоря завозни снабжают ручным шпилем или лебедкой. Подъем якорей массой 0,2—0,3 т обычно осуществляют через борт завозни. Для подъема более тяжелых якорей в диаметральной плоскости завозни устраивают укосину. Рекомендуется применять металлические требные завозни, хотя часто их строят деревянными.

Моторные завозни представляют собой катера мощностью 60—150 л. с., имеющие специальные механизированные устройства для подъема якорей.

Рациональная конструкция моторных завозней изготовлена на Астраханском судостроительном заводе. Ее основные параметры:

Таблица 37

Примерные размеры завозней в зависимости от массы якорей

Габаритные размеры завозни	Максимальная масса якоря, кг			
	200	350	500	650 и более
Длина завозни, м	8	10	12	15
Ширина завозни, м	2	2,5	3	3,5
Высота борта, м	0,8	0,9	1	1,1

длина 13,5 м, ширина 3,8 м, высота борта 1 м, осадка 0,4 м, максимальная масса якоря 1 т.

Плавучие краны. Землесосные снаряды снабжают ручными малогабаритными плавучими кранами грузоподъемностью 3—5 т. Ручные краны часто монтируют на металлических pontонах от плавучего тульпопровода. Максимальный вылет относительно борта составляет 2,2 м, при котором высота подъема крюка над палубой равняется 1,75 м.

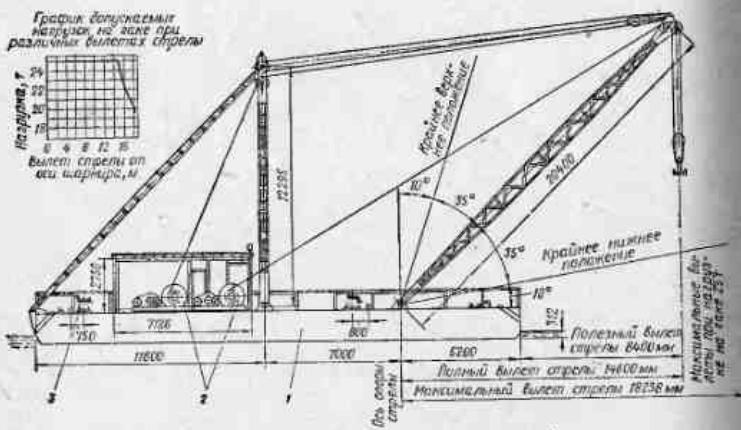


Рис. 103. Плавучий электрический неповоротный кран грузоподъемностью 25 т

1 — ponton; 2 — лебедки; 3 — ручные шпили

Для производства ремонтно-монтажных работ на снаряде необходимы более крупные краны. На рис. 103 показан плавучий электрический неповоротный кран грузоподъемностью 25 т.

Размер pontона крана 25×10 м. Две электрические лебедки имеют тяговые усилия 8,5 т каждая. Электроэнергия на кран подводится гибким кабелем от трансформатора землесосного снаряда. Для швартовых работ на палубе крана смонтированы три ручные шпили.

Кран может поднять свой крюк на высоту 11,7 м над водой при максимальном вылете, составляющем 8,4 м от борта pontona. Поднятый груз кран может поставить на свою палубу. Габариты и грузоподъемность этого крана позволяют осуществлять агрегатный ремонт всех, даже наиболее крупных землесосных снарядов, применяемых в строительстве.

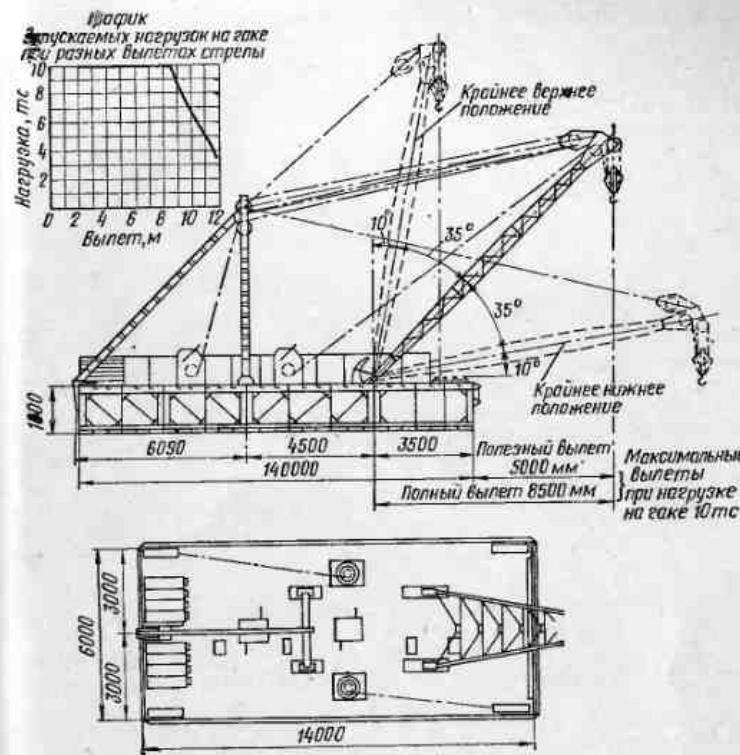


Рис. 104. Плавучий ручной кран грузоподъемностью 10 т

Значительное распространение получили простейшие плавучие краны грузоподъемностью 10 т. Общий вид крана и его основные размеры показаны на рис. 104. Собственная масса крана 43 т.

8. Производительность землесосных снарядов

Конструктивная производительность землесосного снаряда изменяется в м³/ч чистой работы (исключаются все простой, в том числе и технологически необходимые). Объем разрабатываемого грунта измеряют в естественном (пористом) сложении, т. е. в забое. Учитывают только тот объем грунта, который разработан и перемещен

землесосным снарядом. Разработанный грунтозаборным органом, но не перемещенный грунт, так называемый просор, в производительность земснаряда не входит.

Фактическая производительность землесосного снаряда — величина переменная и меняется в широких пределах в зависимости от характера грунта в забое, и от расстояния (с учетом высоты), на которое перекачивается грунт.

От характера грунта зависит интенсивность грунтозабора, а следовательно, и консистенция пульпы, перекачиваемой грунтовым насосом. Производительность грунтового насоса, как и любого центробежного насоса, зависит от суммарных гидравлических сопротивлений во всасывающем и напорном трубопроводах, т. е. от дальности и высоты подачи пульпы.

Строительные нормы и правила предусматривают классификацию грунтов по трудности их разработки землесосными снарядами, причем используются всего два признака, а именно гранулометрический состав грунта и производительность землесосного снаряда, что, как показывает практика, недостаточно.

Грунты делятся на шесть групп: так, например, к первой группе относятся пески мелкозернистые, среднезернистые, разнозернистые, пылеватые и илы текучие, к шестой группе относятся песчано-гравийные грунты и глины тощие. В этой же классификации даются удельные расходы воды на разработку и транспортирование 1 м³ грунта. Эти нормы не учитывают ряд усовершенствований, внесенных в конструкцию землесосных снарядов, а также совершенствования технологии работ, поэтому их применение часто приводит к неоправданному занижению производительности землесосных снарядов по сравнению с фактической.

Часовую производительность землесосного снаряда q_4 определяют по формуле

$$(q_4)_4 = (Q_c)_4 C_{ob}, \quad (29)$$

где $(Q_c)_4$ — часовая производительность грунтового насоса по пульпе;

C_{ob} — объемная консистенция пульпы, т. е. отношение объема грунта в естественном состоянии, содержащегося в данном объеме пульпы, к объему пульпы.

Значения $(Q_c)_4$ принимаются по производительности грунтового насоса в оптимальной рабочей точке (см. гл. VI).

C_{ob} для землесосных снарядов общего назначения принимается при условии их работы в грунтах III группы (пески разнозернистые и супеси тяжелые). Для земснарядов специальных тяжелого типа C_{ob} следует принимать в группе шестой группы (суглинки тяжелые, глины тощие).

Месячная производительность землесосного снаряда q_m определяется по формуле

$$q_m = K_t t_c p_m q_4, \quad (30)$$

где K_t — коэффициент использования рабочего времени (КИРВ);

t_c — продолжительность смены в часах;

p_m — количество рабочих смен в месяце;

q_4 — производительность землесосного снаряда за час чистой работы с учетом конкретных условий. q_4 определяется по формуле (29), и затем вводится при необходимости повышающий или пони-

жающий коэффициент [засоренность грунта, группа грунта в конкретных условиях более легкая, чем было принято, и т. д.]

Коэффициент использования рабочего времени (КИРВ) определяется по данным табл. 38.

Таблица 38

Коэффициент использования рабочего времени

Условия работы земснаряда	Коэффициент
Высота забоя не менее глубины разработки; забой не содержит крупных включений — грунт направляется в отвал, не требующий частых перекладок пульповодов	0,85
Тот же забой; грунт направляется в широкопрофильную качественную насыпь	0,75
Тот же забой; грунт направляется в узкопрофильную качественную насыпь	0,7
Забой высокий, но содержит немало включений (корни, крупные камни и т. п.), засоряющих грунтовой насос; грунт подается в качественную насыпь (количество остановок для прочистки не более четырех в смену)	0,6

Часовая производительность земснаряда носит условный характер и занижена против своего фактического значения. Эта производительность должна определяться с учетом числа остановок:

$$q_4 = \frac{q_{\text{сут}}}{T_p}. \quad (31)$$

9. Перевозка и буксировка землесосных снарядов

Землесосные снаряды производительностью до 50 м³ грунта в час перевозят по железной дороге и на автомашинах без предварительной разборки и в большинстве случаев без разрезки корпуса на отдельные блоки.

В тех случаях, когда снаряд к месту его использования может быть доставлен буксировкой, первоначальный монтаж осуществляется непосредственно на заводе. В тех случаях, когда завод не связан водным сообщением с объектом, где он должен работать, завод-изготовитель доставляет отдельные узлы земснаряда, объемные блоки его корпуса и своими силами осуществляет сборку на строительной площадке.

Дальнейшее перемещение земснарядов осуществляется силами организации, эксплуатирующей снаряд. В этом случае надлежит пользоваться заводскими инструкциями по монтажу и демонтажу землесосного снаряда. Ниже даются лишь рекомендации общего характера.

Перед разборкой землесосного снаряда выполняют тщательную,

Соотношения между главными размерами судов

Отношения	Разряды судов		
	M	O	P и L
$\frac{L}{H}$	9—22	9—25	9—30
$\frac{B}{H}$	<4	<5	<5

Причина. L — длина судна; B — ширина судна; H — высота борта.

В качестве основного базисного шпангоутного расстояния (шпангоута) для средней части судна принимают: для судов разрядов M и O — 550 мм; для судов разрядов P и L — 600 мм.

Если путь буксировки землесосного снаряда по условиям плавания не соответствует разряду, по которому построен землесосный снаряд, то выполняют его конвертовку, т. е. приспособление к условиям плавания.

Проект конвертовки, а также его выполнение согласовывают с органами Регистра.

Перевозка труб, сваренных в длинные секции. При сборке трубопроводов на сварных соединениях, как правило, предварительно сваривают по нескольку труб в секции и затем уже секции сваривают между собой. Такой способ позволяет в 5—8 раз снизить объем сварочных работ, который приходится выполнять в неудобных полевых условиях непосредственно на трассе трубопроводов.

Допустимую длину секций определяют способом их транспортирования к месту укладки, а также способом их погрузки и выгрузки. Различные способы опирания или захвата секций показаны на рис. 105.

Наиболее опасным будет опирание секций (или захват при подъеме) по концам или в одной точке (рис. 105, а и б). В этих случаях допустимая длина секций l определится выражением:

$$l = \sqrt{\frac{\sigma (D_n^4 - D_b^4)}{1,27 q D_n}}, \quad (32)$$

где q — масса 1 лог. см труб, кг;
 D_n и D_b — наружный и внутренний диаметр трубы, см;
 σ — допустимое напряжение на растяжение в кгс/см², которое принимают в зависимости от качества сварных соединений равным 0,8—0,9 нормального предела текучести металла труб.

предварительно разработанную маркировку сопряженных единиц и разъединяемых деталей.

Разрезка корпуса возможна только по линиям, указанным в заводской инструкции или в рабочем проекте земснаряда.

Все мелкие сопряженные единицы и детали должны быть тщательно упакованы. Каждый ящик должен комплектоваться по возможности так, чтобы он относился к минимальному числу сопряженных единиц земснаряда.

Каждый ящик должен иметь подробную описание содержимого.

Способ погрузки и перевозки отдельных неупакованных деталей и сопряженных единиц землесосного снаряда должен исключать возможность их повреждения. Иногда приходится устанавливать на болтах или на сварке временные связи и крепления, исключающие возможность деформации отдельных блоков разрезанного корпуса. Такие крепления следует делать также по указаниям заводской инструкции или проекта.

Для сборки или сварки корпуса земснаряда приходится устранять временные стапеля и спусковые устройства. Эти работы выполняют по предварительно разработанному индивидуальному проекту.

На стапелях выполняют только те работы, которые не могут быть выполнены после спуска корпуса на воду. Все остальные работы следуют выполнять на плаву.

Перемещение крупных землесосных снарядов сухопутным способом. Перемещение крупных землесосных снарядов сухопутным способом, например через ограждающую перемычку котлована гидротехнических сооружений, выполняют путем устройства временных сливовых дорожек и подведения под днище снаряда саней или колесных тележек.

В качестве тяущего средства обычно используют лебедки снаряда. Иногда целесообразно применять для этой цели трактора. Перевозку землесосных снарядов на сухо, а также изготовление необходимой для этого оснастки осуществляют по индивидуальным проектам.

Успешная операция по сухопутному перемещению крупных снарядов была осуществлена на строительстве Цимлянского гидроузла, где на сухо из котлована вытащили и спустили в р. Дон два земснаряда типа 300-40. Снаряды были подняты на высоту 24 м, общая дальность перемещения составила 210 м.

Аналогичная операция была выполнена на строительстве Волжской ГЭС им. XXII съезда КПСС с двумя снарядами типа 500-60 и на ряде других строек.

Буксировка земснарядов. Буксировку землесосных снарядов и обслуживающего их флота обычно поручают воднотранспортным организациям.

Подготовку к дальним буксировкам осуществляют в соответствии с требованиями Регистра РСФСР.

Действующими правилами постройки стальных судов внутреннего плавания (речной Регистр РСФСР) предусматривается разделение их в зависимости от конструктивных элементов судна и условий плавания на четыре разряда, а именно: M, O, P и L.

Правилами постройки стальных судов внутреннего плавания для каждого разряда судов определены основные конструктивные элементы, установлено соотношение между главными размерами. Так, например, суда, имеющие одну прочную палубу, должны удовлетворять требованиям, приведенным в табл. 39.

Обычно принимают опирание секций по схеме *в* рис. 105.

Наименьшие напряжения, а следовательно, и наибольшая допускаемая длина секций получаются при опирании их в двух точках, расположенных от концов секции на расстоянии $0,207 l$.

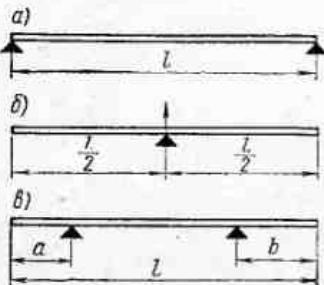


Рис. 105. Различные способы опирания или захвата секций труб

$$\sqrt{l} = \frac{\sigma (D_{\text{н}}^4 - D_{\text{в}}^4)^{\frac{1}{4}}}{K \cdot 0,218 q D_{\text{н}}} \quad (33)$$

В этом случае длину секции определяют по формуле, где K — динамический коэффициент, равный 2.

Если секции предполагается перетаскивать волоком, то длину их назначают исходя из характера трассы, а также тяговых возможностей, имеющихся в наличии транспортных средств.

Растягивающие напряжения, возникающие в трубе при таком способе транспортирования секций, весьма незначительны и не влияют на выбор длины секции.

ГЛАВА VI ТРУБОПРОВОДЫ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ

В гидромеханизации применяют две основные группы трубопроводов: водоводы и пульпопроводы. Стоимость труб для водоводов и пульпопроводов является одной из основных статей расходов производства работ методом гидромеханизации.

Водоводы гидромеханизации отличаются от обычных водопроводов меньшей капитальностью всех устройств. В качестве водоводов обычно применяют стальные бесшовные или сварные трубы. В последнее десятилетие с успехом внедряются более дешевые сварные трубы со спиральным швом, изготавливаемые из стальной ленты.

1. Соединение труб

Фланцевые соединения с неподвижными фланцами неудобны тем, что при монтаже для совпадений отверстий приходится вращать всю трубу целиком. Соединения с врачающимися фланцами удобны, но мало распространены, так как сложны в изготовлении.

Часто для соединения отдельных труб применяют сварку, иногда целесообразно применять быстроразъемные соединения. Быстро-разъемное соединение Б. Н. Самойлова (рис. 106) удовлетворительно работает при диаметрах до 400 мм и давлении до 10 МПа на гидро-

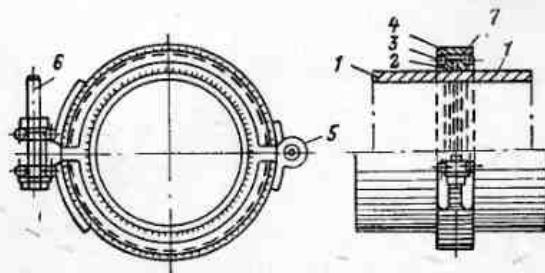


Рис. 106. Быстроразъемное соединение системы Самойлова

1 — трубы; 2 — соединительные кольца; 3 — прижимные кольца; 4 — обойма; 5 — шарнир; 6 — стяжной болт; 7 — прокладка

монтажных работах. Выбор того или иного вида соединения должен быть в каждом отдельном случае экономически обоснован.

Стальные водоводы от коррозии рекомендуется предохранять покрытием следующего состава (по массе), %:

Каменноугольная смола	...	...	...	...	— 95
Лак асфальтовый	...	...	...	...	— 3
Негашеная известь	...	...	...	...	— 2

Покрытие труб лучше всего осуществлять в ваннах с подогревом до 150°C .

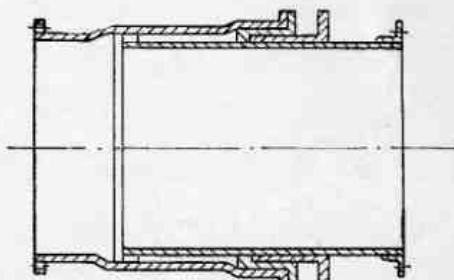


Рис. 107. Сальниковый компенсатор

Температурные деформации трубопроводов воспринимаются сальниковыми компенсаторами (рис. 107). Величину температурных деформаций определяют по формуле

$$L_2 - L_1 = \beta (t_2 - t_1) L_1 \quad (34)$$

где L_1 и L_2 — длины трубопровода соответственно при температурах t_1 и t_2 .

β — коэффициент линейного расширения; для стали $\beta = 0,000011$.

Сальниковые компенсаторы не устанавливают на таких участках трубопроводов, на которых могут возникать продольные или смещающие силы нетемпературного происхождения.

2. Основные расчеты водоводов

Основной частью затрат, связанных с эксплуатацией водоводов, является расход энергии на преодоление гидравлических сопротивлений, которые могут быть определены по nomogramme, составленной по формуле Скобея и приведенной на рис. 108.

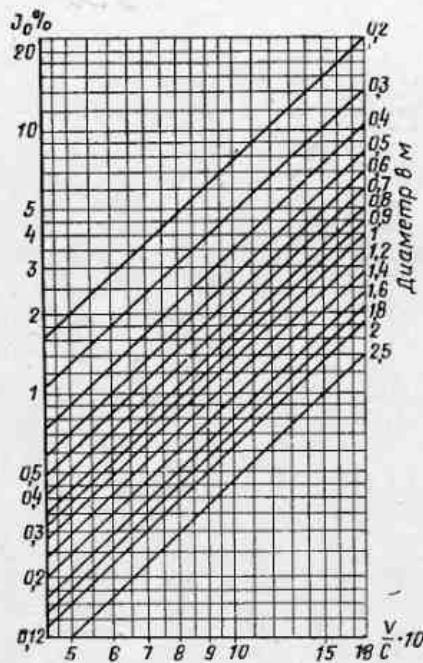


Рис. 108. Номограмма для определения гидравлических потерь в водоводах

В этой nomogramme по горизонтальной оси отложена величина $\frac{v}{C} \cdot 100$, где v — скорость, м/с, C — коэффициент, зависящий от срока эксплуатации и конструкции трубопровода. Для сварных и бесшовных труб можно принять $C=40$.

Расчет трубы на прочность. Раствигивающее напряжение в стенке трубы σ кг/см² определяют по формуле

$$\sigma = \frac{d P}{2 \delta}, \quad (35)$$

d — внутренний диаметр трубы, мм;

P — избыточное внутреннее давление в трубе, м вод. ст;

δ — толщина стенки трубы, мм.

$$\delta = \frac{d P}{2 \rho g 10} \text{ мм}, \quad (36)$$

где $\rho = 0,8-0,9$ — коэффициент ослабления шва.

Толщина стенки, получаемая по этой формуле, обычно недостаточна по соображениям жесткости. Толщину стенок трубопроводов не следует принимать менее $1/100$ их диаметра.

Смещающая сила в коленах Φ направлена по среднему радиусу:

$$\Phi = 2 P \omega \sin \frac{\theta}{2} + \frac{G v^2}{10 g} \text{ кг}, \quad (37)$$

где P — давление в водоводе, МПа;

ω — площадь сечения водовода, см²;

θ — центральный угол колена, град;

G — масса жидкости в колене м/с;

v — скорость в трубе;

g — ускорение силы тяжести, м/с²;

r — радиус колена, м.

Для восприятия смещающих сил предусматривается соответствующее крепление.

3. Магистральные пульпопроводы

Пульпопроводы обычно монтируют из бесшовных или сварных толстостенных стальных труб. Трубы со спиральным швом для пульпопроводов не применяют, так как вдоль спирального шва наблюдается повышенный износ. Размеры и масса некоторых труб приведены в табл. 40.

Таблица 40

Размеры быстроразъемных соединений

Размеры трубы, мм		Размеры хомута быстроразъемного соединения, мм		
условный проход	наружный диаметр	внутренний диаметр	наружный диаметр	расстояние между центрами хомута и стяжного болта
400	426	430	460	238
500	529	533	563	294
600	631	635	665	345
700	720	724	754	390
800	820	824	854	440
900	920	924	954	490

Массу 1 м стальной трубы определяют по формуле

$$G_{tp} = 0,0247 \delta (D_s - \delta), \quad (38)$$

где G_{tr} — масса 1 м трубы, кг;

δ — толщина стенки трубы, мм;

D_n — наружный диаметр трубы, мм.

Стыки труб магистрального пульпопровода чаще всего выполняют электросваркой.

Арматуру (температурные компенсаторы, задвижки, переключатели) соединяют с пульпопроводом на вращающихся фланцах.

Для магистральных пульпопроводов иногда применяют быстро-разъемные соединения (рис. 109) с самоуплотняющейся резиновой манжетой.

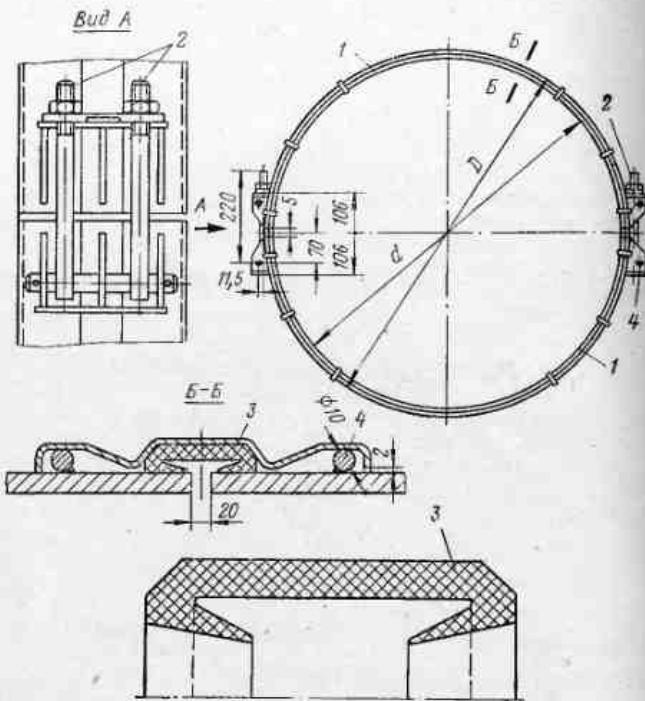


Рис. 109. Быстро разъемное соединение для магистральных пульпопроводов

1 — полухомут; 2 — болты; 3 — манжета; 4 — кольца

Такие соединения позволяют укладывать пульпопровод с некоторыми поворотами (до 2° на каждом соединении), не применять температурных компенсаторов и смягчать гидравлические удары, если таковые появляются.

Соединение состоит из двух полухомутов, стягиваемых между собой болтами. Резиновая самоуплотняющаяся манжета имеет сечение, показанное на рис. 109. Кольца приварены к соединяемым трубам и служат для восприятия осевых усилий.

При безстакадном намыве применяют особый тип раструбного быстроразъемного соединения (рис. 110), позволяющего выполнять наращивание без перерыва процесса намыва. Уплотнения между кольцом и раструбом достигают благодаря серье, шарнирно связанной с раструбом и надеваемой на крючок. Серьга имеет строго оп-

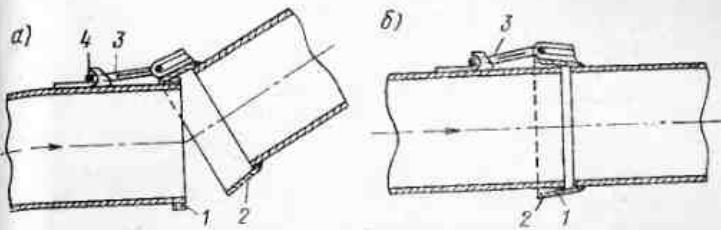


Рис. 110. Быстро разъемное соединение для намывных пульпопроводов

1 — надевание серьги; 2 — соединение затянуто; 3 — кольцо; 4 — раструб; 3 — серьга; 4 — крючок

ределенную длину, выбранную так, что при горизонтальном положении трубы достигается натяжение, способное уплотнить стык. Серьгу надевают на крючок при наклонном положении присоединяемой трубы, поддерживающей специальным краном.

Фасонные части для пульпопроводов. В гидромеханизации применяют обычно сварные, а иногда литые стальные фасонные части. Фасонные части изготавливают с гостированными, желательно вращающимися фланцами.

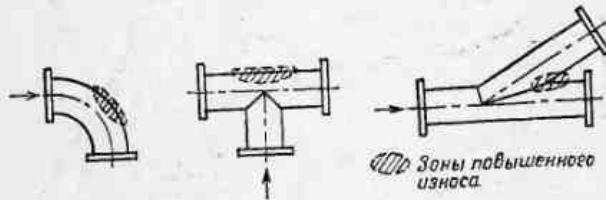


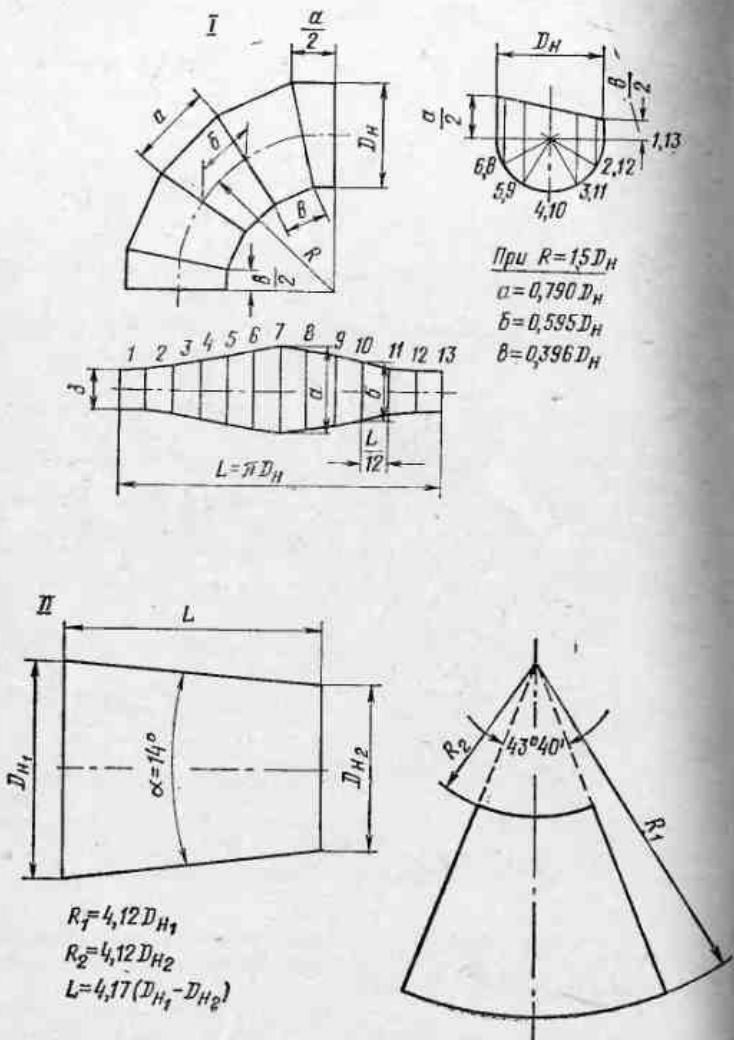
Рис. 111. Зоны повышенного износа в фасонных частях пульпопроводов

Фасонные части пульпопроводов работают в условиях повышенного износа, поэтому отводы (колена) должны иметь большие (2,75—3 диаметра) радиусы закругления.

На рис. 111 показаны зоны повышенного износа пульпопроводных фасонных частей, которые целесообразно защищать электронаплавкой высокотвердыми электродами. В литых фасонных частях в зонах повышенного износа предусматривают увеличение толщины стенок.

Отечественная промышленность не изготавливает сегодня в массовом порядке специальных фасонных частей для пульпопроводов, что вынуждает делать их на месте или специально заказывать за заводах.

Схемы и указания для вырезки заготовок некоторых фасонных частей приведены на рис. 112.



4. Гидравлические потери в пульпопроводах

Технические указания, разработанные ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева и МИСИ им. Куйбышева и утвержденные Минэнерго СССР, для определения гидравлических потерь в пульпопроводах при гидротранспортировании песчаных, гравийных и галечных грунтов, а также продуктов дробления с плотностью 2,6—2,7 т·м³ при средней круп-

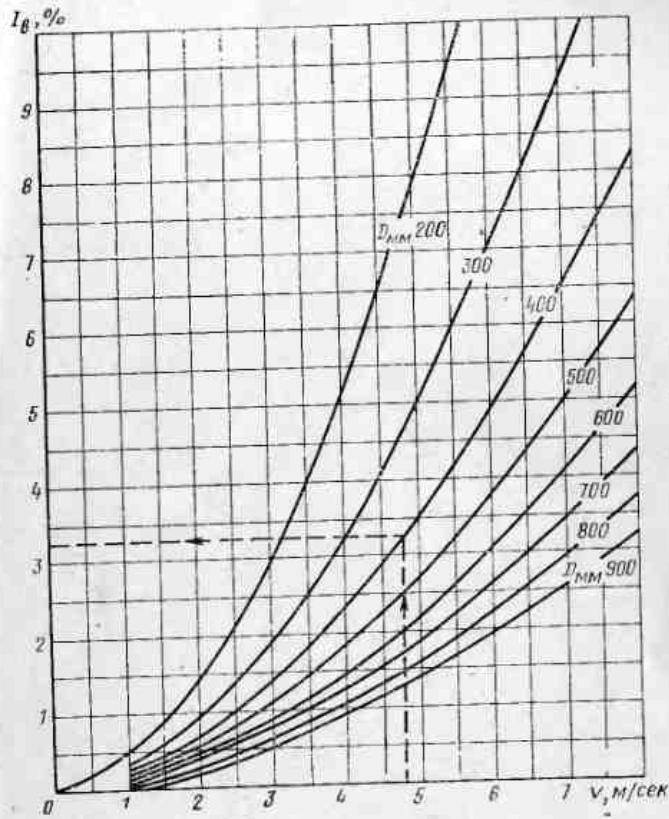


Рис. 113. Номограмма для определения I_B

ности 0,15—70 мм при отношении средней крупности к диаметру трубы не менее 0,15 и при объемной консистенции, не превышающей 0,3, рекомендуют следующие уравнения:

$$I_{cm} = I_B + \Delta I_B, \quad (39)$$

где I_{cm} — потери напора для пульпы;

I_B — потери напора для воды определяют по номограмме (рис. 113);

Рис. 112. Схемы для изготовления фасонных частей пульпопроводов

ΔI_B — поправка, зависящая от характеристики перекачиваемой пульпы, определяется уравнением:

$$\Delta I_B = \delta \sqrt{I} \sqrt[3]{C_o^2} \frac{(Q_{cm})_{kp}}{Q_{cm}}, \quad (40)$$

δ — коэффициент, учитывающий влияние относительной крупности частиц грунта ($d_o : D$), определяемый по табл. 41.

Таблица 41

Значения коэффициента δ в зависимости от отношения $d_o : D$

$100 \frac{d_o}{D}$	$D, \text{м}$						
	0,1—0,35	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0,05	0,05	0,051	0,052	0,053	0,054	0,055	0,056
0,1	0,09	0,1	0,11	0,125	0,14	0,15	0,16
0,2	0,14	0,17	0,205	0,24	0,27	0,3	0,33
0,4	0,215	0,275	0,325	0,37	0,4	0,435	0,475
0,6	0,24	0,38	0,38	0,43	0,47	0,505	0,535
0,8	0,25	0,365	0,41	0,465	0,51	0,545	0,58
1	0,26	0,38	0,43	0,49	0,54	0,58	0,615
1,5	0,27	0,402	0,46	0,53	0,58	0,63	0,665
2	0,28	0,415	0,47	0,55	0,595	0,65	0,69
3	0,29	0,43	0,49	0,575	0,62	0,675	0,715
5 и более	0,3	0,45	0,53	0,6	0,64	0,69	0,735

При $100 \frac{d_o}{D} < 0,05$ коэффициент δ принимают равным: $\delta = 100 \frac{d_o}{D}$.

где d_o — расчетная крупность грунта, равная:

$$d_o = \frac{\sum d_i P_i}{100} \text{ мм}, \quad (41)$$

где d_i — среднеарифметическое значение крупности i -ой стандартной фракции в мм;

P_i — процентное содержание i -ой фракции по массе в составе пробы грунта;

D — внутренний диаметр трубопровода, м;

j — коэффициент разнозернистости грунта.

$$j = \frac{3 d_{10}}{d_{90}}, \quad (42)$$

где d_{10} и d_{90} — крупности частиц грунта, меньше которых в составе содержится соответственно 10 и 90%;

C_o — отношение суммы объемов движущихся твердых частиц в объеме трубы между двумя ее поперечными сечениями к величине этого объема (см. рис. 114).

Значения C_o^{*j} приведены в табл. 42.

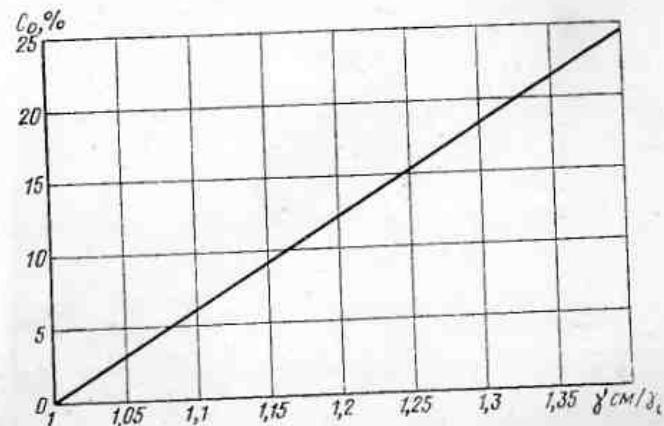


Рис. 114. График для определения C_o

Таблица 42

Значение C_o^{*j}

C_o	C_o^{*j}	C_o	C_o^{*j}
0,01	0,0465	0,11	0,23
0,02	0,0742	0,12	0,244
0,03	0,0966	0,13	0,256
0,04	0,117	0,14	0,27
0,05	0,1355	0,15	0,282
0,06	0,153	0,16	0,294
0,07	0,17	0,17	0,307
0,08	0,186	0,18	0,32
0,09	0,201	0,19	0,33
0,1	0,215	0,2	0,342

$(Q_{cm})_{kp}$ — расход гидросмеси при критической скорости v_{kp} :

$$(Q_{cm})_{kp} = \frac{\pi D^2}{4} v_{kp}. \quad (43)$$

v_{kp} — определяется по рис. 115, где

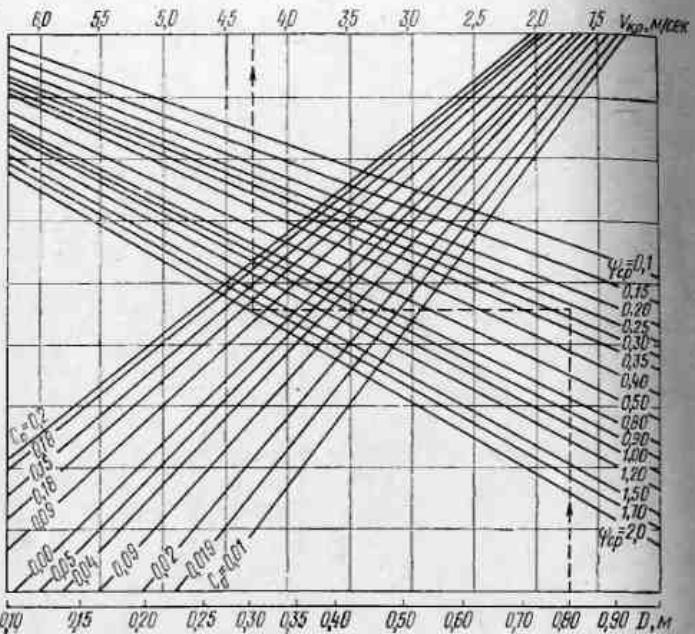
$$\Psi_{cp} = \frac{\sum \psi_i P_i}{100}. \quad (44)$$

ψ_i — берется из табл. 43.

Таблица 43

Значения ψ

Фракция грунта, мм	0,05—0,1	0,10—0,1	0,25—0,5	0,5—1	1—2	2—3	3—5	5—10	10
ψ_f	0,02	0,2	0,4	0,8	1,2	1,5	1,8	1,9	2

Рис. 115. График для определения ψ_{kp}

Если $Q_{cm} < (Q_{cm})_{kp}$, то по графику, представленному на рис. 116, можно определить высоту неподвижного слоя грунта H_s (занятие) в пульпопроводе.

Местные потери определяют по формуле

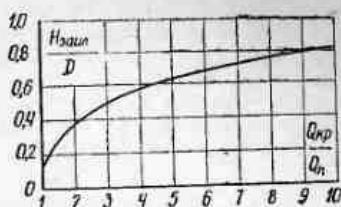
$$h_m = (h_m)_v \frac{V_{cm}}{V_v}, \quad (45)$$

где $(h_m)_v$ — местные потери, определенные для чистой воды.

Удельные потери напора I_{cm} в плавучем пульпопроводе принимаются равными удвоенным потерям в береговых пульпопроводах.

Потери напора в пределах корпуса земснаряда

$$h_{zem} = \xi_{zem} \frac{v^2}{2g}. \quad (46)$$

Рис. 116. График для определения H_{zem} 

Значения ξ_{zem} можно найти по табл. 44.

Таблица 44

Тип земснаряда	Значения ξ_{zem}		
	$C_o=0,05$	$C_o=0,1$	$C_o=0,15$
1000-80	0,9	1,05	1,2
500-60	1,3	1,45	1,7
300-40	1,65	1,9	2,2

Потери напора $(I_{cm})_a$ в наклонных к горизонту пульпопроводах вычисляют по формуле

$$(I_{cm})_a = I_v + (I_{cm} - I_v) \cos \alpha, \quad (47)$$

где α — угол наклона оси трубопровода к горизонту.

Особо учитывать потери в наклонных участках пульпопроводов следует только в том случае, если длина этих участков превышает 10% общей длины пульпопровода и угол наклона более 25° .

Потери напора $(I_{cm})_p$ в разводящих пульпопроводах на карте намыва (трубы на быстроразъемных соединениях) определяют по формуле

$$(I_{cm})_p = 1,5 I_{cm}. \quad (48)$$

Потери напора h_r на геодезический подъем определяют по формуле

$$h_r = \pm \Delta z \frac{V_{cm}}{V_v}, \quad (49)$$

где Δz — разность теодезических отметок оси грунтового насоса и оси трубопровода в месте выпуска пульпы.

Правильное использование данных геологических изысканий предопределяет достоверность расчетов по гидротранспорту.

Для сцепментированных или связных грунтов, которые при разработке средствами гидромеханизации дают грунтовые агрегаты различной крупности (т. е. не полностью диспергируются), совершенно недопустимо при расчете гидротранспорта пользоваться обычными гранулометрическим анализом грунтов в лаборатории полностью диспергируются и поэтому по своей гранулометрической характеристике не имеют ничего общего с тяжелыми агрегатами, фактически транспортируемыми по трубам.

В этих случаях в качестве первого приближения применяют коэффициенты (см. табл. 45), на которые должны умножаться потери, определяемые обычным способом.

Таблица 45

Значения коэффициента увеличения потерь

Характеристика грунтов	Коэффициент для	
	гидромониторных разработок	разработок специальным снарядом для тяжелого грунта
Песчано-гравелистые грунты с сильно сцепментированными прослойками . . .	1,3	1,5
Суглиники тяжелые, пластичные и тугопластичные	1,2	1,5
Глины пластичные и тугопластичные	1,4	1,8

5. Гидравлический удар

Гидравлическим ударом называют явление резкого повышения давления в трубопроводе, обусловленное изменением скорости течения жидкости.

Причиной возникновения гидравлических ударов в напорных коммуникациях земснаряда являются: резкое закрытие какого-либо запорного устройства; внезапная закупорка пульпопровода; резкое изменение консистенции пульпы; внезапная остановка грунтового насоса; скопление воздуха в отдельных повышенных участках пульпопровода.

Для борьбы с гидравлическими ударами рекомендуется следующий комплекс мероприятий: пульпопровод не должен иметь резких поворотов и переломов профиля. Обратные клапаны следует применять только в случае безусловной необходимости; обычно применяют устройства, позволяющие в известных случаях препятствовать их закрытию. За 30 сек до выключения главного двигателя нужно открывать вентиль на всасывающем трубопроводе для выпуска воздуха. Впуск воздуха перед остановкой обеспечит снижение ударного давления (в случае возникновения гидравлического удара) примерно на 50%. В точках резких переломов профиля пульпопровода, например на входе и выходе из дюкеров, устанавливают выпускно-впускные клапаны, устраняющие попадание воздуха в пульпопровод при пуске и остановке земснаряда. Конструктивная схема такого клапана (вантуса) показана на рис. 117.

Расчет вантусов выполняют по формуле

$$d = D \sqrt{0,9 \frac{v}{40}} \text{ мм}, \quad (50)$$

где d — диаметр отверстия клапана, мм;
 v — скорость движения пульпы, м/с;
 D — диаметр пульпопровода, мм.

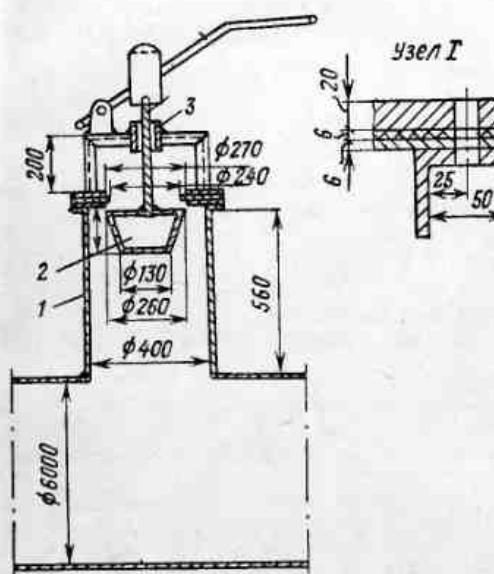


Рис. 117. Вантус
 1 — патрубок; 2 — клапан-ползунок;
 3 — направляющая втулка

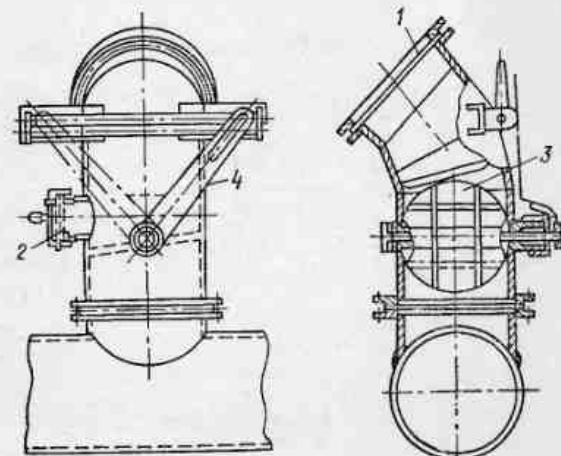


Рис. 118. Предохранительный клапан с разрывной шайбой
 1 — разрывная шайба; 2 — сбросной патрубок;
 3 — дроссельная заслонка; 4 — рукоятка заслонки

Таблица

Данные наблюдений за износом пульпопроводов

Пульпопровод	Продолжительность работы пульпопровода до замены	Через какое число дней поворачиваются трубы			Скорость, м/с	Максимальная крупность, грунт, мм	Содержание гравия 3 мм, %	Консистенция грунта
		1-й раз	2-й раз	3-й раз				
Магистральный 450—500 мм от земсиаряда, 300—400 мм до сортировочной установки .	75	30	15	15	6,3—5	40	60—65	1:30
Магистральный 400 мм от землесосов ЗГМ-1 до гидроклассификаторов .	105	45	21	21	3	20	53	1:20
Нижнего продукта гидроклассификатора 200 мм .	105	45	21	21	6	20	100	1:10
Верхнего продукта гидроклассификатора 400 мм	Не заменялся	Заменялся один раз в сезон						

Количество вантузов определяют из следующих соображений. Пусть объем рассматриваемого участка пульпопровода составляет V , м³. Время t_1 , потребное на опорожнение этого участка, будет $t_1 = v/Q$, где Q — пропускная способность клапана, $Q = \omega v_{\text{возд}}$ ($v_{\text{возд}} = 40—50$ м/с).

Очевидно, что t_1 должно быть меньше времени t_2 , в течение которого этот участок может быть заполнен пульпой.

Если $t_2 > t_1$, то количество клапанов для выпуска воздуха должно быть увеличено.

Перед перекачивающими станциями и на нагнетательной стороне непосредственно за обратным клапаном устанавливают воздушные колонны (колпаки).

Рекомендуют следующие ориентировочные объемы воздушных колонн, устанавливаемых непосредственно у обратных клапанов:

D , мм	600	800	1000
V , м ³	2	5	8

Зашиту от больших ударов осуществляют применением разрывных диафрагм, толщину которых определяют по формуле

$$\delta = \frac{Pr}{2\sigma}, \quad (51)$$

где δ — толщина разрывной диафрагмы, мм;

P — давление, при котором диафрагма должна разорваться, МПа;

r — радиус диафрагмы, мм;

σ — разрушающее напряжение для материала, из которого изготовлена диафрагма, кг/см².

При изготовлении диафрагмы из стали Ст3 ее толщину обычно принимают равной 0,2—0,3 мм.

Конструкция предохранительного клапана с разрывной шайбой (рис. 118) позволяет произвести ее замену без остановки землесосного снаряда, для чего рукойкой закрывают дроссельную заслонку и открывают патрубок, через который сливается пульпа, протекающая через неплотности дроссельной заслонки.

6. Износ пульпопроводов

Интенсивность абразивного износа пульпопроводов зависит прежде всего от крупности, твердости, степени окатанности и скорости перемещения, транспортируемого материала и способна изменяться в десять и больше раз. Удельный износ, т. е. износ, приходящийся на единицу объема перемещенного грунта, кроме того, зависит от консистенции пульпы, падая с увеличением последней.

Износ трубы происходит неравномерно. В нижней части износ более интенсивен, поэтому можно увеличить пропускную способность трубы путем периодического поворачивания ее вдоль продольной оси.

Некоторые данные наблюдений за износом пульпопроводов, разработанных на песчано-травяном материале, приведены в табл. 46.

Трубы переворачивались во избежание неравномерного износа, что, естественно, удлиняло срок их службы. Толщина стенок труб составляла 7—8 мм. Гравийные частицы были сравнительно хорошо окатаны. Прочность гравия не выходила за пределы обычной.

При производстве землесосных работ следует учитывать безвозвратный расход труб, который складывается из трех слагаемых: полностью изношенных труб пульпопроводов; труб водосбросных систем, оставляемых навечно в теле намывных сооружений или в ствалах, и труб, расходуемых на изготовление фасонных частей.

Безвозвратный расход труб на 1 млн. м³ переработанного грунта колеблется в пределах 50—200 т, т. е. может изменяться в 4 раза. Расход труб на изготовление фасонных частей часто бывает неоправданно большим. По имеющимся данным, этот расход достигает 20% общего количества безвозвратно расходуемых труб на землесосные работы.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Раздел первый

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Стр.

Глава I. Классификация и назначение оборудования гидромеханизации	3
1. Классификация оборудования	3
2. Назначение оборудования гидромеханизации	4
Глава II. Гидромеханизация земляных работ	6
1. Общие сведения о гидромеханизации	6
2. Гидромониторные работы	8
3. Землесосные работы	11
4. Водоснабжение работ при гидромеханизации	18
5. Электроснабжение оборудования	25
6. Вспомогательные и подготовительные работы	28
Глава III. Основные положения по выбору машин и оборудования гидромеханизации земляных работ	29
1. Основные положения	29
2. Выбор гидромониторов	30
3. Выбор землесосных снарядов	31
Раздел второй	
СРЕДСТВА ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ	
Глава IV. Оборудование для гидромониторных работ	35
1. Гидромониторы	35
2. Классификация насосов	48
3. Центробежные насосы для чистой воды	48
4. Грунтовые насосы	57
5. Землесосные установки	87
6. Производительность гидромониторов	90
Глава V. Оборудование для землесосных работ	95
1. Общая компоновка и классификация землесосных снарядов	95
2. Размещение оборудования на землесосном снаряде	99
3. Основные узлы землесосных снарядов	102
4. Землесосные снаряды	132
5. Управление землесосными снарядами	156
6. Землесосные перекачивающие станции	159
7. Вспомогательный флот для обслуживания землесосных снарядов	159
8. Производительность землесосных снарядов	163
9. Перевозка и буксировка землесосных снарядов	165
Глава VI. Трубопроводы гидромеханизации	168
1. Соединение труб	168
2. Основные расчеты водоводов	170
3. Магистральные пульпопроводы	171
4. Гидравлические потери в пульпопроводах	175
5. Гидравлический удар	180
6. Износ пульпопроводов	182