МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГПИО «ЭНЕРГОПРОЕКТ»
ВСЕСОЮЗНОЕ ОРДЕНА ЛЕНИНА
ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКОЕ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ
ОБЪЕДИНЕНИЕ «ГИДРОПРОЕКТ» ИМЕНИ С. Я. ЖУКА

П О С О Б И Е
ПО ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ПЛОТИН ИЗ ГРУНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ
к СНиП 2.06.05-84 и СНиП 3.07.01-85

П-885-91
Гидропроект

МОСКВА 1991

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГПИО "ЭНЕРГОПРОЕКТ"

Всесоюзное ордена Ленина проектно-изыскательское
научно-исследовательское объединение "Гидропроект"
имени С.Я.Жука

УТВЕРЖДАЮ

Главный инженер объединения
"Гидропроект" им. С.Я.Жука

В.Д.НОВОЖИЛИН

"22" февраля 1991г.

П О С О Б И Е

ПО ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ПЛОТИН ИЗ ГРУНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

к СНиП 2.06.05-84 и СНиП 3.07.01-85

П-885-91
Гидропроект

Директор ГПИСа объединения
"Гидропроект" им.С.Я.Жука,
канд.техн.наук Л.А.Золотов

Начальник отдела исследований
грунтовых и подземных сооружений
и технологии их возведения,
канд.техн.наук В.И.Шебанина

Руководитель темы, заведующий
лабораторией технологии
строительства плотин,
канд.техн.наук С.Л.Бортневич

Москва 1991

Пособие по технологии возведения плотин из грунтовых материалов (к СНиП 2.06.05-84 и СНиП 3.07.01-85 Гидропроект, М., 1991-176 стр.

В „Пособии" на основе обобщения современного отечественного и зарубежного опыта плотиностроения представлен комплекс технологических операций по возведению плотин из грунтовых материалов - от разработки карьеров грунтовых материалов до производства контроля качества строительства. Даны рекомендации по подбору, увязке и рациональному использованию строительных машин, управлению технологией возведения плотин из грунтовых материалов.

В приложениях к „Пособию" изложены материалы, необходимые для разработки и проектирования технологии возведения плотин из грунтовых материалов.

Пособие предназначено для инженерно-технических работников строительных, проектных и научно-исследовательских организаций.

Разработано в объединении "Гидропроект" им. С.Я.Жука (кандидаты техн.наук С.В.Борткевич, Г.Ф.Биянов, В.И.Вуцель, В.М.Урунич и А.Г.Чернилов; инженеры И.А.Иванов, М.С.Петров, В.А.Филимонов, Т.Н.Чучик) и трестом "Гидромеханизация" (главный технолог С.Т.Розиноер) Минэнерго СССР при участии ВНИИ ВОДГЕО (доктор техн. наук В.Г.Мельник) и ЦНИИОМТП (кандидат техн.наук Ю.Н.Мызников) Госстроя СССР.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. При возведении плотин из грунтовых материалов в Северной строительно-климатической зоне, в районах с повышенной сейсмичностью, распространения специфических грунтов (просадочных, заторфованных, с повышенным содержанием водорастворимых солей, набухающих, слабых, полускальных и искусственных) рекомендуется пользоваться требованиями специальных нормативных документов.

I.2. При организации земляных работ необходимо соблюдать требования и правила техники безопасности, предусмотренные СНиПом III-4-80 "Техника безопасности в строительстве", указаниями по технике безопасности в соответствующих разделах проектов производства работ или в технологических картах, привязанных к конкретным условиям строительства.

I.3. Мероприятия по охране природы при строительстве плотин из грунтовых материалов разрабатываются и осуществляются согласно требованиям раздела 9 СНиПа 3.02.0I-87 "Земляные сооружения, основания и фундаменты".

2. КЛАССИФИКАЦИЯ ПЛОТИН ИЗ ГРУНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО СПОСОБУ ВОЗВЕДЕНИЯ

2.I. По способу возведения плотины из грунтовых материалов подразделяются на следующие виды: насыпные, набросные, намывные, взрывонабросные и возводимые комбинированным способом.

2.2. Насыпные плотины возводят послойно с искусственным уплотнением (укатка, трамбовка и т.д.) или отсыпкой в воду.

2.3. Набросные плотины возводят наброской каменного материала ярусами высотой 3 м и более без дополнительного уплотнения и с уплотнением из гидромониторов.

2.4. Взрывонабросные плотины возводят методом направленного взрыва.

2.5. Намывные плотины возводят средствами гидромеханизации.

2.6. При возведении плотин комбинированным способом используют:

отсыпку и намыв,

взрыв и отсыпку,

взрыв и намыв.

2.7. Конструкции плотин из грунтовых материалов должны обеспечивать непрерывный процесс возведения.

3. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ПЛОТИН ИЗ ГРУНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

3.1. В качестве материалов для возведения плотин из грунтовых материалов используются практически все виды грунтов при соответствующем технико-экономическом обосновании и применении зонированной раскладки в теле сооружения.

3.2. Выбор грунтовых материалов для возведения плотин производится на основе технико-экономического сравнения вариантов использования имеющихся в районе строительства грунтов.

3.3. Классификация грунтовых материалов и требования к ним содержатся в СНиПе 2.06.05.84 и ГОСТе 25100-82.

3.4. Состав геотехнических характеристик, необходимых для проектирования технологии возведения плотин из грунтовых материалов, приведен в приложении I.

3.5. Грунтовые материалы, параметры их укладки и конструкции плотин должны выбираться с учетом способа возведения сооружения.

3.6. Конструкции грунтовых гидротехнических сооружений должны быть ориентированы на применение малоотходной и высокопроизводительной технологии.

4. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ПЛОТИН ИЗ ГРУНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

4.1. Исходные данные для проектирования технологии

При проектировании технологии возведения плотин из грунтовых материалов необходимо располагать следующими исходными данными:

проектными материалами (общий график производства работ по гидроузлу, транспортная схема, конструкции сооружения с его объемами, плановыми и высотными размерами и требуемыми темпами строительства, баланс грунтовых масс);

данными по природно-климатическим условиям района строительства (среднемесячные температуры воздуха, количество осадков и пр.);

расположением и характеристикой месторождений и полезных выемок грунтовых материалов;

сведениями о физико-механических свойствах и химсоставе грунтов;

техническими характеристиками транспортных, землеройных и уплотняющих машин и рекомендациями по их настройке на оптимальный режим работы применительно к используемым видам грунта.

4.2. Принципы проектирования технологии возведения плотин из грунтовых материалов.

4.2.1. При возведении плотин из грунтовых материалов подлежит выполнению следующий комплекс основных технологических операций:

подготовка основания;

разработка грунтов в полезных выемках и карьерах;

кондиционирование грунтов (в необходимых случаях);

транспортирование грунтов к месту укладки;

укладка грунтов в тело сооружения;

уплотнение грунтов;

контроль качества возведения грунтовых сооружений.

4.2.2. Возведению плотин I и II классов должны предшествовать опытно-производственные исследования по определению технологических параметров применяемой техники и геотехнических характеристик грунтовых материалов с последующей разработкой на их основе технических условий на возведение плотин.

4.2.3. В современной гидротехнической строительной практике возведения плотин из грунтовых материалов применяются следующие технологические схемы:

Цикличная

а) Разработка грунта экскаваторами и бульдозерами, транспортирование к месту укладки на автосамосвалах.

б) Разработка и транспортирование грунта скреперами.

Циклично-поточная

Разработка грунта в карьере экскаваторами, транспортирование к месту укладки на автосамосвалах и конвейерах.

Поточная

Разработка грунта в карьере экскаваторами непрерывного действия, транспортирование к месту укладки на конвейерах.

Комбинированная

Например, разработка и транспортирование грунта в кавальер земснарядом с последующей экскавацией и транспортированием грунта к месту укладки на автотранспорте.

4.2.4. Принципы и последовательность проектирования т хнологии возведения плотин из грунтовых материалов следующие:

выбор технологической схемы возведения плотин;

определение ведущей технологической операции;

подбор с учетом выбранной схемы и ведущей технологической операции оптимального комплекта оборудования (типы и необходимое количество строительных машин) для выполнения заданных объемов укладки грунта в смену, сутки, декаду и т.д.;

составление графика производства работ на возведение плотины и графиков потребности в соответствующих строительных машинах;

разработка и организация системы управления технологическим процессом возведения плотины.

4.2.5. Технологическая схема возведения плотины выбирается на основе технико-экономического анализа нескольких схем с учетом: объемно-планировочных решений, объема плотины и требуемых темпов ее возведения, природно-климатических условий района строительства, группы грунтов по трудности разработки и требований к параметрам их укладки.

4.2.6. В качестве критерия эффективности следует принимать приведенные затраты (в руб.) на I $м^3$ уложенного в тело плотины грунта.

5. ВОЗВЕДЕНИЕ НАСЫПНЫХ ПЛОТИН

5.I. Разработка грунтов в полезных выемках и карьерах

5.I.I. Организация карьеров

а) Для возведения плотин из грунтовых материалов использ-

зуются грунты полезных выемок и карьеров.

б) Для оптимального использования грунтов полезных выемок необходимо их разработку согласовывать по времени с укладкой в качественные насыпи. В противном случае этот грунт следует складировать в кавальеры и укладывать в сооружение в период его возведения, если это экономически оправдано.

в) Карьеры грунтовых материалов следует выбирать на основе данных изысканий местных строительных материалов и технико-экономической оценки их пригодности.

Отвод земель под карьеры и разработка месторождений должны осуществляться в соответствии со следующей техдокументацией: постановлением Совета Министров СССР от 26 июня 1984 г. № 668 "Об использовании недр для размещения объектов, не связанных с добычей полезных ископаемых" и инструкцией о порядке предоставления горных отводов для использования недр в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых, утвержденная постановлением Госгортехнадзора СССР № 61 от 11.12.84 г.

г) Организация и разработка карьеров должны обеспечивать минимальный ущерб окружающей среде района строительства.

д) В соответствии с "Основными положениями по восстановлению земель, нарушенных при разработке месторождений полезных ископаемых геологоразведочных, строительных и иных работ", утвержденных Госкомитетом Совета Министров СССР по науке и технике, растительный слой с территории карьера должен быть снят и сохранен для последующего использования при рекультивации нарушенных земель.

е) К карьерам грунтовых материалов кроме требований по качеству и пригодности грунтов предъявляются требования, обусловленные производством работ:

I. В целях уменьшения транспортных затрат карьеры желательно выбирать в зоне расположения водохранилища, вблизи дорог и мест укладки грунтов в плотину.

2. Разработка карьеров должна быть согласована по времени не только с графиком возведения плотины, но и с графиком заполнения водохранилища.

3. Размеры карьера назначаются в зависимости от объема и интенсивности разработки с учетом мощности вскрыши и крутизны откосов выемки.

4. Запасы грунта в карьере в зависимости от способа производства работ должны превышать потребные объемы для укладки в плотину в I,2-I,5 раза (при гидромеханизированном и взрывонабросном способах - в I,5 раза; при экскаваторном - в I,2 раза).

ж) Разработка карьера производится в соответствии с проектом производства работ, в котором должны быть определены: тип и необходимое количество землеройных и других механизмов, их расстановка в карьере, параметры и последовательность разработки. При этом учитываются: объем работ, сроки их выполнения, категория грунта, время года и климатические условия района строительства.

з) До нач ла разработки карьер должен быть принят приемочной комиссией по акту, в котором указываются выполненные работы по подготовке карьера, и прилагается техническая документация, включающая: план карьера с указанием границ его разработки к забоев, геологические колонки разведочных скважин и шурфов, а также геологические разрезы с указанием отметок, в пределах которых разрабатывается полезная толща грунта.

и) При разработке грунтов в карьерах и выемках подготовительные и основные виды работ должны быть полностью механизированы.

к) Разработку вскрышных грунтов в карьере должны производить с опережением добычных работ в соответствии с графиком разработки карьера.

д) При наличии в карьере включений, отдельных линз или участков грунта, не отвечающих требованиям технических условий, следует предусмотреть селективную разработку. При этом некачественные грунты разрабатывают и транспортируют в отвалы.

5.I.2. Разработка грунтов

а) Разработку скальных грунтов производят с предварительным буровзрывным или механическим рыхлением. Выход камня заданной крупности зависит от параметров буровзрывных работ, трещиноватости и крепости породы.

При буровзрывном способе рыхления параметри взрыва (расход взрывчатых веществ, расстояние между скважинами и их рядами, диаметр и глубина скважин) должны подбираться с учетом геологического строения и трещиноватости массива так, чтобы полученный материал имел требуемый гранулометрический (зерновой) состав.

Послойное механическое рыхление рипперами применяют, как правило, для разрушения полускальных, а также низкопрочных и сильно трещиноватых скальных пород. Грунты, разрыхленные механическим способом, перемещают бульдозерами в валки с последующей погрузкой экскаваторами в автосамосвалы или погрузочной машиной непрерывного действия, в ряде случаев возможны разработка и транспортирование разрыхленного грунта скреперами.

б) Разработку нескальных грунтов производят следующими механизмами:

экскаваторами одноковшовыми и многоковшовыми (цепными и роторными), технические характеристики наиболее часто применяемых одноковшовых экскаваторов приводятся в табл.I;

Таблица I

Показатель	Марки одноковшовых экскаваторов					
	Э0-4I2 IA	Э0-5I22	Э-2503	Э0-6I2I	ЭКГ-5А	ЭКГ-8И
Основное оборудование:						
драглайн			+			
прямая лопата	+	+		+	+	+
– обратная лопата	+	+		+		
Вместимость ковша, $м^3$	0,65-I,25	I,6	2.5	2,5	5,0	8,0
Высота копания, м (для прямой лопаты)	7,45	9,65	9,0	I0,0	I0,2	I4,4
Глубина копания, м (для обратной лопаты)	5,8	7,3	-	8,4	-	-
Высота выгрузки, м (для прямой лопаты)	5,0	5,I5	7,0	5,2	6,45	9,2
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	95(I30)	I25(I70)	I60(2I7)	220(300)	250(340)	520(707)
Масса, т	23,0	36,0	90,0	56,0	I90	340
Давление на грунт, МПа, ($кг/см^2$)	0,065 (0,65)	0,08 (0,80)	0,II6 (I,I6)	0,I (I,0)	0,2I5 (2,I5)	0,2I (2,I)

+ – применение оборудования

землеройно-транспортными механизмами, производящими также перемещение грунтов (бульдозерами, скреперами, автопогрузчиками, канатными скреперами и др.).

Одноковшовые экскаваторы выпускаются со сменным оборудованием. Разработку грунтов одноковшовыми экскаваторами следует производить согласно обязательному приложению 2.

Бульдозеры выпускаются на базе гусеничного трактора I00–500 л.с. и разрабатывают грунты I–IУ групп. В качестве транспортных средств бульдозеры эффективны при перемещении грунта до I00 м. Технические характеристики широко применяемых бульдозеров приводятся в таблице 2.

Таблица 2

Показатель	Марки бульдозеров		
	ДЗ-I09	ДЗ-II0А	ДЗ-I26А (рыхлитель)
Мощность двигателя, кВт	II8	II8	243
Способ установки отвала	поворотный	неповоротный	
Длина отвала, мм	4I20	3220	43I0
Высота отвала, мм	II40	I300	I550
Масса, т	I6,4	I6,3	38,8
Среднее давление на грунт, МПа	0,058	0,053	0,07

Скреперы используют при разработке грунтов I–II группы (песчаные, глинистые, суглинистые, песчано-гравийные). Суглинки и глины твердой и полутвердой консистенции, а также содержащие частицы крупнее 2 мм до 65%, перед разработкой скрепером разрыхляют с помощью рыхлителей. Скреперами не следует разрабатывать переувлажненные мягкие грунты, сыпучие пески, крупнообломочные

грунты, мерзлые грунты, а также грунты с корнями, пнями и кустарниками. Технические характеристики скреперов приведены в табл.3.

Таблица 3

Показатель	Марки скреперов						
	Полуприцепной	Самоходные					
	ДЗ-74	ДЗ-III (Д-357П)	ДЗ-32 (Д-367А)	ДЗ-I3 (Д-392)	ДЗ-67	ДЗ-I07	ДЗ-II5
Масса, т:							
без тягача	8,9	I0,0	I0,2	I7,0	-	-	-
с тягачом	2I,2	20,0	22,0	34,0	64,0	68,5	42,0
Емкость ковша, м³:							
геометрическая	8	8	I0	I5	25	25	I5
с "шапкой"	I0	I0	I2	I8	29	30	-
Колея, мм:							
передних колес	-	2330	2300	-	2680	28I0	2530
задних колес	2I20	2I50	2I50	2330	2600	28I0	2530
Размер шин, мм (дюйм)	-	-	-	(27--33)	(37,5-39)	-	(27-33)
База, мм	-	6900	7000	8200	I0220	I0700	8440
Габаритные размеры, м:							
длина с тягачом	I2,60	II,00	II,03	I2,80	I6,56	I7,20	I3,58
Ширина	3,200	3,242	3,5I2	3,400	4,644	4,640	3,580
высота	3,600	3,250	3,420	3,600	4,255	4,200	3,700
Базовый тягач	К-702	МОАЗ-546П	МОАЗ-546	БЕЛАЗ-53I	-	-	БЕЛАЗ-53I

Разработку грунта и наполнение ковша следует производить по горизонтали или под уклон, срезая слой наибольшей толщины. Наполнение ковша производится с помощью трактора-толкача. Раз-

грузка скрепера должна осуществляться при его движении.

5.I.3. Совместная разработка двух и более разностей грунтов

При наличии в карьере двух и более разностей грунтов, отличающихся физико-механическими свойствами, проектом может быть обоснована совместная их разработка, что дает возможность максимально использовать карьерные грунты, в т.ч. и с пониженной прочностью. Для получения проектного соотношения разновидностей грунтов в насыпи необходимо до начала разработки карьера определить плотность, влажность, механические характеристики и мощность залегания грунтов и с учетом этих факторов обосновать технологию совместной разработки грунтов.

5.2. Кондиционирование грунтов

Если качество карьерных грунтов, не отвечает требованиям, предусмотренным проектом и техническими условиями на возведение плотины следует производить кондиционирование грунтов.

Кондиционирование грунтов, рассматриваемое в пособии, основано на искусственном изменении их влажности (подсушка, увлажнение) и гранулометрического состава до оптимальных величин, позволяющих получить требуемое проектом качество укладки материалов в плотину, и производится в карьере перед разработкой грунтов и во время их разработки в период выдерживания в резервах, а также при транспортировании и, в редких случаях, при укладке в плотину.

При выборе методов кондиционирования грунтов необходимо производить сравнительные технико-экономические расчеты вариантов.

5.2.I. Подсушка грунтов

Мероприятия по осушению грунтов назначаются в зависимости от степени переувлажнения грунтов и вызывающих его причин

(атмосферные осадки, грунтовые воды и т.д.).

Верхний переувлажненный слой грунта в карьере при соответствующем технико-экономическом обосновании удаляется.

Снижение влажности грунтов в карьере и понижение уровня грунтовых вод производится следующими методами:

а) открытым водоотливом с помощью системы дренажных и нагорных канав, зумпфов и насосных установок;

б) глубинным водопонижением (иглофильтровые установки, глубинные насосы, эжекторные установки и т.д.);

в) укрытием карьеров от атмосферных осадков.

Кроме перечисленных мероприятий по водопонижению, проводятся специальные операции по понижению влажности:

а) подсушка грунта аэрацией в карьере или на картах отсыпки;

б) смешивание переувлажненных грунтов с сухими в карьере или в промежуточных складах-кавальерах.

При подсушке грунта на воздухе необходимо производить следующие операции: вспашку верхнего слоя грунта дисковым плугом, рыхление дисковым шнеком, просушивание вспаханного слоя, боронование и т.д. При очень влажном грунте операции повторяются до получения требуемой влажности.

Переувлажненные суглинистые грунты с прослоями супеси и щебня необходимо разрабатывать одним забоем экскаватора для получения оптимальной смеси и снижения влажности грунта.

При неэффективности мероприятий по снижению влажности суглинистых грунтов, проводимых в карьере и на картах отсыпки, следует применять метод смешивания переувлажненных грунтов с сухими в промежуточных складах. Промежуточные склады отсыпаются послойным чередованием переувлажненных и сухих грунтов, которые перемешиваются при их разработке.

В качестве сухих грунтов следует использовать отходы карьера каменного материала, щебень, песок, глинистый грунт.

При разработке мероприятий по снижению влажности карьерных грунтов необходимо учитывать снижение влажности грунта при разработке в карьере, транспортировании и укладке в тело сооружения.

5.2.2. Доувлажнение грунтов

При влажности карьерных грунтов ниже проектной следует производить их доувлажнение. При разработке технологической схемы доувлажнения грунтов необходимо учитывать водопроницаемость грунтов. Количество воды, необходимое для доувлажнения I $м^3$, определяется по зависимости:

$$Q = \rho_d \left(W_{тр} - W_e\right)\left(1 + \frac{\Sigma W_к}{W_{тр}}\right) m,$$

где Q – количество воды, необходимое для доувлажнения до требуемой влажности, $т/м^3$;

ρ_d – плотность сухого мелкозема (фракций мельче 2 или 5 мм) карьерного грунта, $т/м^3$;

$W_{тр}$ – требуемая влажность мелкозема грунта, назначаемая с учетом потерь в процессе производства работ, доли единицы;

W_e – естественная влажность мелкоземе карьерного грунта, доли единицы;

$\Sigma W_к$ – суммарное водопоглощение крупных фракций без удаления влаги с ее поверхности, доли единицы;

$$\Sigma W_к = m_{d_1} W_n^{d_1} + m_{d_2} W_n^{d_2} + \ldots + m_{d_i} W_n^{d_i},$$

где m_{d_i} – содержание крупных фракций в грунте в соответствии с градацией сит, доли единицы;

$W_n^{d_i}$ – водопоглощение крупных фракций;

m – содержание мелкозема в грунте, %.

Доувлажнение грунта в карьере производится следующими методами:

а) дождеванием или поливом специальными машинами из шлангов с предварительным послойным рыхлением грунта для усиления проникания воды в грунт;

б) площадной замочкой - затоплением поверхности карьера, разделенной на карты обвалованием (продолжительность замачивания при обеспечении равномерного проникания на требуемую глубину в зависимости от водопроницаемости грунта и глубины увлажнения составляет от нескольких дней до нескольких месяцев).

Увлажнение нескольких типов грунта производится также на месте укладки. При этом, поверхность каждого отсыпаемого слоя после его разравнивания замачивается. Однако этот метод существенно сдерживает темп укладки грунта и не всегда гарантирует качество сооружения. Во избежание этого, как правило, грунт должен подаваться на карту кондиционированным по влажности и гранулометрическому составу.

При низкой проницаемости грунтов, особенно глинистых, увлажнение производят в промежуточных складах, которые послойно отсыпают, разрыхляют, замачивают и затем в готовом виде выдерживают для равномерного распределения влаги. Время выдерживания склада зависит от вида грунта и атмосферных условий и составляет от I0 дней до 6 месяцев.

Увлажнение галечникового материала и в некоторых случаях горной массы скальных пород следует производить в кузове автосамосвала и на месте отсыпки.

5.2.3. Улучшение гранулометрического состава грунтов.

С целью обеспечения соответствия гранулометрического состава карьерных грунтов требованиям, предъявляемым проектом к грунту, как к материалу для возведения той или иной зоны плотины, рекомендуется производить искусственное регулирование гранулометрического состава карьерных грунтов.

Улучшение гранулометрического состава производится следующими методами:

а) для валунных, галечниковых и гравийно-песчаных грунтов - дроблением и сортировкой на дробильно-сортировочных установках, искусственной сегрегацией, отделением крупных фракций колосниковой решеткой над кузовом автосамосвала и т.д.;

б) для песчаных грунтов - гидроклассификацией;

в) для глинистых и вышеуказанных грунтов - введением добавок скелетных материалов и заполнителя (глинистые и пылеватые фракции) путем смешивания на промежуточных складах или картах отсыпки.

Некоторые методы кондиционирования грунтов для возведения плотин приведены в приложении 3. Расчет гранулометрических составов оптимальных грунтовых смесей, рекомендуемых в качестве материалов для возведения плотин, приведен в приложении 4.

5.3. Транспортирование грунтов

5.3.1. Транспортные средства и схемы транспортирования грунтов

а) Тип необходимых транспортных средств и их количество необходимо принимать в зависимости от погрузочных средств, интенсивности отсыпки, дальности перевозок, рельефа местности и физико-механических свойств грунтов.

Транспортная схема определяется расположением карьеров, кавальеров и котлованов сооружений, а также условиями подъездов к местам отсыпки и разработки карьеров.

б) При возведении плотин из грунтовых материалов, в основном, используются следующие виды транспорта:

автомобильный,

конвейерный (конвейерные поезда),

железнодорожный,

комбинированный,

погрузочно-транспортные средства (скреперы, бульдозеры, погрузчики и т.д.).

в) При выборе типа транспортных средств следует учитывать основные факторы, влияющие на производительность комплекта земле-ройно-транспортных машин и механизмов:

высокая маневренность и автономность автосамосвалов;

снижение производительности автотранспорта в 2-3 раза при затяжных подъемах на высоту более 100 м;

повышение производительности подачи грунтов конвейерами;

возможность прокладки трассы конвейеров в сложных топографических условиях с углом подъема до 20^0;

необходимость дробления или сортировки материала при транспортировании конвейерами.

г) Автомобильный транспорт наиболее эффективен при перемещении грунта на расстояние от 1,5 до 10 км и при погрузке грунта экскаваторами.

Количество автосамосвалов на каждый экскаватор следует назначать в зависимости от оптимального отношения емкости кузова к емкости ковша экскаватора, равного 3÷4.

Перечень основных автосамосвалов, используемых при транспортировании грунтовых материалов в пластины, и их основные характеристики приведены в табл.4.

Рекомендуемое число автосамосвалов на один экскаватор в зависимости от дальности перемещения грунта приведено в табл.5.

д) Конвейерный транспорт рекомендуется применять:

при транспортировании больших объемов грунта на расстояние до 5-6 км;

при загрузке конвейера высокопроизводительными механизмами циклического или непрерывного действия;

Таблица 4

Показатель	Марки автосамосвалов					
	МАЗ-5349	КАМАЗ-55II	КрАЗ-256	БелАЗ-540	БелАЗ-548	БелАЗ-549
Грузоподъемность, т	8,0	I0,0	I2,0	27,0	40,0	75,0
Емкость кузова, $м^3$	5,I	—	6,0	I8,0	26,0	48,9
Мощность двигателя кВт (л.с.)	I32(I80)	I32(I80)	I76(240)	264(360)	367(500)	772(I050)
Масса, т	7,2	9,0	II,4	2I,0	28,8	67,2
Максимальная скорость; км/ч	75	80	62	55	55	60
Оптовая цена, тыс.руб.	6,97	I3,7	I0,0	22,3	32,3	206,5

Таблица 5

Дальность перевозки грунтов, км	Экскаватор (вместимость ковша, $м^3$)								
	Э0-4I2I (I,00)	Э-I25I (I,25) Э0-5I22 (I,6)		Э-2503, Э0-6I2I (2,5)		ЭКГ - 5(5)		ЭКГ-8И (8)	
	МАЗ-5349 8 т	КАМАЗ-55II I0 т	КрАЗ-256 I2т	КрАЗ-256 I2т	БеЛАЗ-540 27т	БеЛАЗ-540 27 т	БеЛАЗ-548 40т	БеЛАЗ-548 40 т	БеЛАЗ-549 75т
I,5-2	6	5	4	6	3	4	3	5	3
3	8	6	5	7	4	5	4	6	3-4
4	9	7	6	8	4	6	4	7	4
5	II	9	7	I0	5	7	5	8	4-5
6	I3	II	8	II	6	8	6	9	5
7	I5	I3	9	I3	7	9	6	I0	6
8	I7	I4	I0	I5	8	I0	7	II	6-7

в условиях сложной топографии и сильно пересеченной местности.

При выборе типа конвейера (ленточного) необходимо учитывать следующие факторы:

физико-механические свойства грунтов (гранулометрический состав, подвижность, липкость, сцепление и т.д.);

абразивность материала.

Предельная крупность транспортируемого материала ограничивается техническими возможностями конвейера и не должна превышать 1/3 ширины ленты. Требуемая крупность достигается дроблением породы в дробилках или подбором параметров буровзрывных работ. При транспортировании липких материалов необходимо обеспечить принудительную разгрузку и очистку ленты. При подаче грунта вверх угол наклона ленты транспортера во избежании обратного осыпания не превышает 18^0 при подаче вниз - 16^0. С помощью крутонаклонных конвейеров можно перемещать грунт при углах наклона до 25^0.

Для распределения материалов по зонам в плотинах конвейер используется в сочетании с автотранспортом (конвейер-распределительный бункер - автосамосвал) или фронтальными погрузчиками.

При расположении карьеров на высоких отметках (в горной местности) грунтовые материалы следует подавать на плотину по схеме конвейер - породоспуск (лоток или шахта).

При частом наращивании или перемещении конвейера рекомендуется применять конвейеры - модули длиной 20-25 м.

При строительстве плотин с большим объемом насыпных грунтов (более 10 млн.$м^3$ в год) должны применяться ленточные конвейеры с шириной ленты до 2 м, со скоростью движения более 2 м/с и производительностью более 2-3 тыс.$м^3$/час.

в) Железнодорожный транспорт предназначен для крупномасштабных долгосрочных перевозок грунтов на большие расстояния (более 5 км).

ж) Для обеспечения ритмичной подачи грунта рекомендуется использовать конвейерные поезда, сочетающие достоинства конвейерного и железнодорожного транспорта. Надежность работы конвейерного поезда в неблагоприятных климатических условиях выше, чем ленточного конвейера.

з) При отсыпке песчано-гравийного материала в плотины с увеличением высоты подачи грунта более чем на 100 м следует применять комбинированные виды транспорта, например, автомобильно-конвейерный, применение которого позволяет избежать перебоев в доставке грунтов и добиться высоких темпов укладки. В этом случае разрабатываемый в карьере грунт автосамосвалами на коротком плече транспортируется к приемному бункеру магистрального конвейера, который доставляет грунт на плотину.

Производительность этого комплекса определяется прежде всего четкостью работы экскаваторов и автосамосвалов в карьере (до пункта загрузки) и обеспечением бесперебойной работы магистральной конвейерной линии.

Другим видом комбинированного транспорта является сочетание автотранспорта или конвейерного траспорта с гидротранспортом. В шлюзовые аппараты или приемную емкость, наращиваемую по мере роста плотины, подается, например, песчано-гравийный материал, который с помощью водного потока под большим давлением по трубам перемещается в плотину.

и) При выборе оптимальной схемы доставки грунтовых материалов необходимо учитывать следующие недостатки рассмотренных видов транспортных средств:

I) Автотранспорт – повышенный износ автомобилей, потребность для обслуживания специальной технической базы, большего количества рабочих, в т.ч. высокой квалификации;

2) Конвейерный транспорт - трудоемкость перемонтажа конвейерной линии при передвижении забоя в карьере; необходимость устройства емких перегрузочных бункеров и складов; отсутствие конвейеров, способных транспортировать крупнообломочный материал более 400-600 мм без дробления и отсева крупных фракций;

3) Конвейерные поезда - действует большое количество приводов, которые значительную часть времени находятся в выключенном состоянии; высокая металлоемкость приводов по сравнению с ленточным конвейером.

5.3.2. Грунтовозные автодороги

а) Рельеф местности, глубина разработки карьера и вид транспорта определяют продольные профили автодорог, конструкцию дорожного полотна и организацию движения по ним.

б) Схема движения транспортных средств в карьере и вне его зависит от направления разработки карьера, расстояния транспортирования грунта и других условий разработки карьера.

в) Транспортная связь карьерных дорог с основными осуществляется по съездам и въездам, которые располагаются, как правило, на откосах уступов. Параметры съездов - въездов принимаются с учетом обеспечения наилучших условий транспортирования грунта. По мере продвижения забоя устраиваются новые съезды (через 50-150 м) вдоль фронта работ.

г) При возведении насыпей пионерным способом движение автосамосвалов задним ходом возможно на расстояние до 50 м, что следует учитывать при создании площадок для разворота автомашин.

д) Ширина проезжей части временных грунтовозных автодорог для одностороннего и двустороннего движения автосамосвалов и скреперов приведена в табл.6.

Таблица 6

Показатель	Марки автосамосвалов						Марки скреперов	
	МАЗ 5549	КамАЗ-55II	КрАЗ-256	БелАЗ-540	БелАЗ-548	БелАЗ-549	Д-157 Д-357П	ДЗ-I3
Грузоподъемность, т	8	I0	I2	27	40	75	-	-
Объем ковша, м³	-	-	-	-	-	-	8	I5
Ширина проезжей части грунтовозных автодорог в метрах при движении:								
одностороннем	3	3,5	3,5	4,5	5	6,5	4,5	5,5
двустороннем	6	7	7	9	I0	I3	-	-

5.4. Укладка грунтов

Укладка грунтов в плотину состоит из следующих технологических операций:

а) подготовка основания;

б) отсыпка грунта на технологические карты;

в) разравнивание, планировка и в ряде случаев дополнительное кондиционирование отсыпанного слоя грунта;

г) уплотнение грунта до проектной плотности;

д) контроль за работой уплотняющих машин и качеством укладки грунта;

е) подготовка поверхности уложенного слоя к последующей укладке грунта.

5.4.I. Подготовка основания

а) Разбивку сооружения сооружений следует производить в соответствии со СНиП 3.02.0I-87.

б) При подготовке основания необходимо сводить деревья и кустарник, заделывать качественным грунтом шурфы, локальные углубления, удалять разжиженные и некачественные грунты.

в) Размеры расчистки в плане, заложение откосов, глубина выемок устанавливаются проектом.

г) Расчистку основания надлежит выполнять с оставлением защитного слоя толщиною 0,2-0,3 м. Зачистка основания до проектных отметок производится непосредственно перед укладкой грунта в плотину.

д) Грунты в основании, имеющие плотность ниже требуемой, подлежат доуплотнению. Глубина и способ уплотнения грунтов основания устанавливаются проектом.

е) До начала отсыпки тела сооружения составляется акт о готовности его основания, в котором указывается:

характер и объем выполненных работ по подготовке основания;

результаты изысканий грунтов основания и их соответствие требованиям проекта.

К акту необходимо прилагать чертежи, схемы с указанием на них мест выполненных работ по заделке шурфов, колодцев, выемок, а также геологическая документация основания, планы. Акты составляют предоставители службы, ведущие инженерно-геологическую документацию, техинспекцию и геотехконтроль, а также дирекция строящегося сооружения.

5.4.2. Укладка грунтов на технологические карты

а) При возведении плотин, состоящих из нескольких зон разнородных грунтов, во избежание попадания грунта из одной зоны в

другую необходимо применять переносные ограничительные знаки.

б) Укладка грунта производится на отдельных технологических картах, размеры которых определяются в соответствии с габаритами плотины, проектной интенсивностью укладки и технологическими характеристиками механизмов. Для обеспечения непрерывного процесса укладки грунта в плотину количество карт должно соответствовать количеству технологических операций при укладке грунтов, так, например: на одной карте производится отсыпка и разравнивание грунта; на второй - уплотнение; на третьей - геозамер и контроль качества и т.д. Следует стремиться к расположению карт на одном уровне, чтобы работы по отсыпке велись по всей ширине плотины. Перед отсыпкой грунта границы технологических карт должны быть обозначены выносными знаками.

в) Укладку грунта на технологические карты из автосамосвалов следует производить отдельными кучами, пионерно, на бровку карты с одновременным разравниванием и планировкой отсыпаемой карты; при использовании скреперов или грунтовозного транспорта с донной разгрузкой грунт отсыпается на карте тонкими слоями.

г) В дождливый период укладку грунта для возможности отвода атмосферных осадков следует производить наклонными слоями с небольшим уклоном (0,01) поверхности грунта в сторону нижнего бьефа, а при относительной малой площади - укрывать рабочую поверхность пленкой, брезентом и т.д.

д) Укладывать глинистый грунт в противофильтрационные устройства во время дождя не следует. В период дождя необходимо обеспечивать отвод воды с рабочей площади, чтобы предупредить образование луж и переувлажнение ранее уложенного грунта. Переувлажненный грунт после дождя перед началом работ по укладке следует убирать или подсушить и доуплотнить.

е) При отсыпке связного грунта в воду тело плотины или противофильтрационный элемент разбивается на карты, которые насухо обваловываются дамбочками из того же грунта. Высота дамбочек и толщина отсыпаемых слоев грунта зависит от вида укладываемого грунта и грузоподъемности транспортных средств, которыми подается грунт на плотину. Далее, обвалованные карты заполняются водой на 0,3–0,8 м ниже отметки гребня дамб обвалования. Подаваемый из карьера грунт без какой-либо сортировки завозится автосамосвалами и сыпается на бровке дамбы или отсыпаемой части слоя. Затем бульдозер сталкивает грунт под откос в воду прудка. Излишек воды в прудке по трубе переливается на соседнюю карту. Разжиженный грунт по мере пионерной отсыпки отжимается через проран в разделительной дамбе, на соседнюю карту. Перед завершением отсыпки слоя разжиженный грунт удаляется. Уплотнение грунта происходит под действием собственной массы и транспортных средств, перемещающихся по отсыпанному слою грунта. Отсыпку грунта в воду можно производить как в сухую, так и в дождливую погоду, а при подогреве воды и при отрицательной температуре воздуха. Технология отсыпки грунта в воду лимитируется "Руководством по возведению грунтовых сооружений способом отсыпки грунтов в воду" $\frac{\text{П 22-74}}{\text{ВНИИГ}}$, Л., Энергия, 1975 г.

ж) При отсыпке грунта в противофильтрационные элементы не допускается загрязнение фильтровых материалов и материалов переходных зон. Необходимо устанавливать и обозначать определенные места пересечения технологическим транспортом фильтровых и переходных зон, в которых перед укладкой следующего слоя должна производиться полная замена всего загрязненного материала.

з) Формирование проектного угла заложения контакта противофильтрационного элемента с фильтровыми и переходными зонами производится плановым смещением слоев отсыпки этих элементов "елочкой",

и) При отсыпке разнозернистых грунтов и горной массы не следует допускать их расслоение по гранулометрическому составу.

Соблюдение этого требования совершенно обязательно при отсыпке материалов в водоупорные элементы, фильтровые слои и переходные зоны плотины.

Гранулометрический состав грунтов и предельный размер допустимых включений устанавливаются проектом плотины и техническими условиями на ее возведение.

к) При укладке грунтовых материалов, подверженных сегрегации, следует применять отсыпку "на себя" с ограничением толщины отсыпаемого слоя.

Для уменьшения сегрегации при укладке фильтровых материалов следует производить смачивание завозимого материала в кузовах автосамосвалов до его отсыпки.

При возведении тела плотины методом наброски для уменьшения возможного расслаивания горной массы каменного материала рекомендуется использовать следующие технологически мероприятия:

обработка струей воды из гидромонитора навстречу движению материала по откосу при его ссыпании из автосамосвала;

засыпка местных оползней крупных фракций в нижней части отсыпаемого яруса мелкозернистым материалом с ранее отсыпанного яруса.

л) Сопряжение технологических карт в плане следует выполнять с откосом не круче 1:2,5. При этом по направлению потока карты рекомендуется сопрягать по ломанной линии. В случае отсутствия в проекте планово-высотной последовательности возведения плотины или отдельных ее элементов взаимное превышение различных зон и элементов плотины в процессе ее возведения должно быть не более 6-10 метров. Разница в отметках карт поверхности отсыпки противофильтрационных элементов более трех метров согласовывается с представи-

телями авторского надзора. Сопряжение карт в этих случаях должно производиться с удалением разуплотненного на откосе грунта подрезкой откоса ступенями высотой не более 3 слоев. Грунт, удаленный с откоса, можно использовать для возведения плотины. При сопряжении карт по направлению будущего фильтрационного потока производится штрабление откоса

м) Отсыпка откосной части плотины ведется с уширением насыпи на 0,3-0,4 м по нормали к откосу, откуда грунт срезается перед устройством крепления откоса. Если при отсыпке грунтов, подверженных морозному пучению, откос оставляется незакрепленным на зимний период, то величина этого уширения назначается не менее глубины сезонного промерзания.

5.4.3. Разравнивание и планировка отсыпанных грунтов

а) Для получения заданной толщины слоя на карте, по контуру ее, устанавливаются маяки с указанием на них меток, до которых должен быть спланирован отсыпанный грунт.

б) Назначенную проектом толщину слоя уточняют опытно-производственными исследованиями.

в) Допустимое отклонение толщины слоя от проектной устанавливается проектом.

г) Разравнивание грунта производят сразу же после отсыпки во избежание потерь его влажности.

д) Разравнивание грунта на картах может производиться как бульдозерами, так и грейдерами.

Разравнивание и планировку грунта при отсыпке противофильтрационных устройств производят в направлении вдоль оси плотины.

е) В процессе отсыпки и разравнивания грунта могут производиться, если это предусмотрено техническими условиями на возведение плотины, следующие операции:

дополнительное кондиционирование;

удаление из грунтового материала или дробление сверхразмерного камня;

боронование грунта для уменьшения его влажности или доувлажнение грунта поливом из шлангов или поливочными машинами.

ж) Отсыпанный и спланированный грунт необходимо уплотнить до начала дождей. В противном случае, при возобновлении отсыпки после дождя переувлажненный слой срезается и сталкивается бульдозером на уплотненные участки, где подсушивается и используется для укладки в плотину.

з) Сверхразмерные включения обломочного материала, доставленные на место укладки, удаляются или дробятся механическим, а также взрывным способом.

5.4.4. Уплотнение грунтов

а) Грунты всех элементов плотины должны быть уплотнены до требуемой проектом плотности. Отступление от заданных величин плотности допустимо только по согласованию с проектной организацией.

б) Для уплотнения грунтовых материалов применяют следующие способы, отличающиеся по воздействию на грунт;

статический;

вибрационный;

ударный.

в) Уплотнение плотин из грунтовых материалов производят катками статического и вибрационного действия (табл.7,8,9) с различного вида уплотняющими вальцами (гладкими металлическими, кулачковыми, пневмошинами). Типы катков и их необходимые технические характеристики следует выбирать в зависимости от вида грунта, требуемого проектом уровня уплотнения и влажности.

Таблица 7

Наименование параметров	Катки на пневматических шинах						
	Самоходные		Полуприцепные			Прицепные	
	ДУ-31К (Д-627А)	ДУ-29 (Д-624)	ДУ-16Б (Д-551В)	ДУ-16В (Д-551В)	ДУ-37Б	ДУ-30 (Д-325)	ДУ-39А (Д-703А)
I	2	3	4	5	6	7	8
Масса катка, т							
с балластом	I6,0	30,0	26,0	25,9	I5,0	I2,5	25,0
без балласта	8,3	I8,3	I0,0	7,3	5,7	4,0	6,0
Ширина уплотняемой полосы, м	I,900	2,22	2,80	2,60	2,6I	2,20	2,60
Число колес катка передних-задних или секции	3/4	3/4	4	5	5	5	5
Обозначение шинных, мм (дюйм)	320x508	370x508	(2I,0-28)	370x508 (I4,0-20)	-	(I2,0-20)	370x508 (I4,0-20)
Давление в шинах, МПа	0,30-0,55	0,35-I,0	0,20-0,42	0,35-0,70	-	0,40-0,60	0,35-0,70
База, м	3,600	4,660	-	-	-	-	-
Дорожный просвет, м	0,270	0,255	-	-	-	-	-

продолжение табл.7

I	2	3	4	5	6	7	8
Двигатель тягача:							
тип	А-4ІД	А-0ІМД	-	-	-	-	-
мощность, л.с.	90	І30	-	-	-	-	-
Скорость передвижения, м/с:							
рабочая (вперед)	(0-5,74)	(0 -5,50)	4,2	4,2	-	0,7-2,0	І,68
транспортная (назад)	(0-20,5)	(0-23,І)	8,4	ІІ,2	до 8,4	5,6	8,4
Габаритные размеры катка, мм							
длина	5,30	6,І6	9,5І	І0,40	І0,І0	5,30	5,88
ширина	І,97	2,89	3,09	2,92	2,92	2,34	2,92
высота	3,20	3.4І	3,04	3,04	2,80	І,82	2,26
Марка базового трактора	-	-	МОАЗ-546П	МОАЗ-546П	Т-І58	Т-75	Т-І00М

х) Первая цифра указывает ширину профиля шины, вторая - радиус шины.

Таблица 8

Наименование параметров	Типы самоходных статических катков с гладкими вальцами					
	ДУ-8В (Д-339В)	ДУ-9В	ДУ-48А	ДУ-48Б	ДУ-49А	ДУ-50
I	2	3	4	5	6	7
Масса катка, т:						
с балластом	I3,0	I8,0	I3,0	I2,0	I8,0	8,0
без балласта	8,0	I0,3	9,4	9,0	II,0	6,0
Ширина уплотняемой полосы, м	I,29	I,29	I,85	I,85	I,29	I,80
Удельное линейное давление от ведущего вальца, Н/м (кгс/см)	$6,0xI0^4$ (60)	$6xI0^4$ (60)	$7,5xI0^4$ (75)	$7,5 \cdot I0^4$ (75)	$3,5xI0^4$ (35)	$6xI0^4$ (60)
Число вальцов:						
всего	2	3	3	-	3	3
ведущих	I	I	2	-	I	2
Диаметр вальцов, м:						
ведущего	I,60	I,60	I,60	I,60	I,60	I,30
ведомого	I,30	I,30	I,00	I,00	I,30	I,00
Ширина вальцов, м:						
ведущего	I,29	I,29	0,525	-	I,29	0,50
ведомого	I,29	I,29	I,00	-	I,29	I,00
Радиус поворота катка по внутреннему следу, м	3,60	4,30	3,60	-	4,50	3,00
Дорожный просвет, м	0,3I5	0,3I5	0,300	-	-	0,400
База, м	2,70	4,46	3,43	-	-	3,0I
Двигатель катка:						
тип	Д-37Б	Д-37Е	Д-37Е	Д-I44	Д-37Е	Д-37Е
мощность, квт. (л.с)	37(50)	37(50)	37(50)	37(50)	37(50)	37(50)

продолжение табл.8

I	2	3	4	5	6	7
Скорость движения катка, м/с:						
рабочая	I,47	I,47	I,2I	I,47	0-2,I8	0,76
транспортная	2,24	2,24	I,83	2,24	-	2,I7
Габаритные размеры катка, м						
длина	4,320	6,080	5,200	5,075	6,5I5	4,378
ширина	2,070	2,070	I,850	I,850	2,040	I,800
высота	3,200	3,200	2,60	3,000[x]	3,4I0	2,600

x) Высота со съемным тентом.

В ряде случаев, при специальном обосновании, для уплотнения грунта оптимально использовать грунтовозные средства (автосамосвалы, скреперы). Движение грунтовозных средств должно производиться по отсыпанному слою с разворотом на уплотняемой карте.

Если проходящий транспорт не обеспечивает достижения проектной плотности, грунт уплотняют специальной укаткой или трамбовкой тяжелыми плитами (ударный или динамический способ уплотнения).

При выборе катков для уплотнения грунтов рекомендуется руководствоваться следующими положениями:

для несвязных грунтов - виброкатки с гладкими металлическими вальцами;

для связных грунтов - катки статического действия на пневмоколесах, катки с кулачковыми вальцами, различные трамбовки (падающий груз);

для крупнообломочных грунтов с суглинисто-песчаным заполнителем наиболее эффективны тяжелые катки статического действия и виброкатки.

г) При укладке связного грунта мягкопластичной консистенции уплотнение необходимо выполнять легкими механизмами; при тугопластичной консистенции - средними, а при полутвердой и твердой консистенции - тяжелыми катками, в том числе и вибрационными.

д) Для уплотнения грунтовых материалов небольших объемов и в стесненных условиях, недоступных для уплотняющих механизмов больших размеров, применяют ручные трамбовки, виброплиты и вибротрамбовки. Виброплиты с массой 100-500 кг особенно эффективны для уплотнения песчаных и гравийно-галечниковых грунтов.

е) Уплотнение грунтов должно производиться при влажности близкой к оптимальной. Допустимые отклонения от оптимальной влажности должны быть установлены техническими условиями и обычно принимаются в пределах ± 15-20% ее значения.

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАБЛ.9

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5
VIBROMAX	W I802 P/PO	I6,2	I0,8		5,02	3,I5	I,30	26,6/33	28/20,5	I60	45	2,0/0,9	3,7	с
Германия	TGL A-8	8,8	8,8	6,4	4,3	2,0	I,6	20-25	I5,8	50				п
	TGL A-I2	I2,0	I2,0	7,7	5,8	2,0	2,0	20-25	35,5	I05				п
					Виброкатки (СССР)									
"Энерготехмаш"	ШБК-70ЭА	26,0	26,0	I6,0	9,7	2,64	I,75	I4-I5 (22)	75(55)	330				п
„Таджикгидро-энергострой"	В-22		II,5	7,7	5,8	2,0	2,0	22	36	240				п/п
	В-35	45,0	2I,5	I3,0	9,0	2,2	2,3	20-25	80(48)	500	35			п/п
Рыбинский з-д дорожных машин	ДУ-52	I6,0	6,0		3,0	2,0	I,6	26-33	I5,0					с
	ДУ-58	I6,0			3,5	2,0	I,6	25	I5,0	I30				с
	ДУ-62	I3,0				2,2	I,6	26-38	I5-I0	I30				с
	ДУ-47	8.0				I,0	I,2	50	6,0					с
	ДУ-47Б	6,0			3,5	I,2	I,2	33-50	7,0	50				с
Коростенский завод дорожных машин "Октябрьская кузница"	ДУ-57	25,0	I2,0		5,0	2,4	I,6	26	25,0					с
	ДУ-57А	20,5				2,4	I,6	0 - 25 0 - 32	28,0	I65				с

Таблица 9

Фирма, страна	Наименование	Общая масса, т	Нагрузка на вибрирующий цилиндр, т	Вибрирующая масса, т	Удельное статическое давление н/м·10^4	Ширина вальца, м	Диаметр вальца, м	Частота вибрации, Гц	Возмущающая сила, т	Мощность, л.с.	Толщина обечайки, мм	Амплитуда вибрации, мм	Радиус поворота, м	Тип катка: с – самоходн., п – прицепной, п/п – полуприцепной
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5
	ЗАРУБЕЖНЫЕ ВИБРОКАТКИ													
Альбаре	TT I6I0	20,0	I7,0		6,0	2,9		25-33		250		I-I,25		с
Франция	VM I204	I6,0	I0+II		5,0	2,2		25-33		I35		0,75-I	5,7	с
	SV 9I	9,8	5,I			2,I5	I,53	22-30 28-40	I0-I9 8,5-I7	I33		макс/мин	6,0	с
Сакаи	SV 9IT	I2,0	7,3			2,I5	I,76	22/28	I3/22	I33		макс/мин	4,I	с
Япония	SV 70	6,5	3,I			I,70	I,25	28	6/II	86		мин/макс	4,2	с
	SV 70TB	7,65	4,4			I,70	I,40	28	I3	86				с
	PV P I00	9,6	9,6			2,05	I,60	25	3I	I03				п
	CH 6I	I5,0	I5,0			2,I3	I,62	25	38	I30	50			п
Динапак	CK 5I	I0,0	I0,0			2,I3	I,52	25	22	90	42			п
Швеция	CA 5I	I4,8	I0,2	8,4	4,79	2,I3	I,52	25	23/I3	I75		I/I,8	5,5	с
	CA 25	I0,4	5,4		2,49	2,I3	I,52	25	I6,3	I25	25	0,8/I,6	5,I	с
	CA 25A	II,35	6,2		2,86	2,I3	I,52	40	I6,3	I25	25	0,4/0,8	5,2	с
Inger Soll-Rand США	PP-60	22,2		I2,0	4,7			25	26,6					с
	PP-60ДР	I9,3		II,5	4,5			25	37,7					с
	P-60	I9,8		I0,9	4,3			23	I7,9					с
Рейго Расхал США	60A	I5,2		8,6	4,2			25	20,4					с
	420	II,4		7,I	3,3			25	I4.5					с
ВОМАС Германия	BW I5	I6	I6			2,I	I,74	25	30					п
	BW 2I5PO	I7,7		9,6	4,55	2,I	I,5	27,5	24,5					с
	BW 2I7 P/PO	I8,0	II,0		5,2	2,I2	I,6	29/35	30/25	I86	40	I/66/0,9I	4,7	с

ж) Необходимо учитывать, что при возведении плотин в узких каньонах, где площади для уплотнения малы, размеры карт и схемы движения уплотняющих механизмов сказывают значительное влияние на интенсивность укладки грунта.

з) В зависимости от вида катков (прицепные или самоходные), размеров и геометрии технологических карт применяются следующие схемы движения катков:

круговая с последовательным увеличением или уменьшением радиуса движения катка;

кольцевая с разворотами катка за пределами или в пределах уплотняемых карт;

челночная.

Последняя применяется при уплотнении грунтовых материалов самоходными, а две другие помимо самоходных прицепными и полуприцепными катками.

Уплотнение следует производить вдоль оси плотины, начиная от края насыпи к середине. Каждый последующий проход катка не следует производить по одному следу до перекрытия всей ширины карты следами предыдущего прохода.

При уплотнении карты одним катком уплотнение производится со сдвижкой слода таким образом, чтобы следующий след заходил на предыдущий на 20-30 см. При укатке одновременно несколькими катками движение производится уступом с таким же перекрытием следов.

В целях обеспечения безопасности работ первые проходы катка по свежеуложенному слою должны быть не ближе 1,5 м от бровки откоса, а при последующих приближаться не менее,чем на 0,5 м.

и) При уплотнении грунтов скреперами и автотранспортом укатку производят полосами. Во избежание недоуплотнения грунта каждую уплотняемую полосу укатывают одновременно 3 или 4 машины, следующие одна за другой со смещением на ширину колеса.

При втором проходе первая машина движется по следу четвертой, а четвертая (последняя) - по следу первой. При третьем проходе порядок следования машин аналогичен первому проходу, при четвертом - второму и т.д.

к) Интенсивность роста плотины при высоте не ограничивается, если она возводится из глинистых грунтов твердой и полутвердой консистенции, а также из несвязных грунтов и если в ее основании залегают такие же грунты. Темпы возведения плотины на слабых глинистых основаниях и из связных грунтов пластичной консистенции обосновываются проектом.

5.4.5. Контроль за работой уплотняющих механизмов

а) В процессе работы уплотняющих механизмов следует контролировать:

равномерность движения уплотняющих средств по площади технологических карт;

скорость движения уплотняющих средств;

давление в шинах пневмокатков;

амплитудно-частотный режим (вибрационные машины);

масса катков и груженного автотранспорта с балластной загрузкой.

б) Оптимальная скорость передвижения уплотняющих средств определяется опытным путем, но не должна превышать 0,35÷0,45 м/сек. Уплотнение грунтов тяжелыми катками и автосамосвалами должно производиться при минимальном значении скорости по их техническим данным.

в) Оптимальное значение давления в шинах пневмокатков устанавливается опытно-производственными исследованиями в зависимости

от свойств уплотняемых грунтов: для связных грунтов твердой и полутвердой консистенции следует применять высокое давление (0,5-1,0 МПа), для связных грунтов пластичной консистенции и для несвязных грунтов - низкое (0,2-0,3 МПа).

г) Амплитудно-частотный режим работы рабочего органа уплотняющей машины следует проверять с помощью вибрографа ВР-I (либо аналогичного по назначению прибора, допускающего возможность его использования в полевых условиях). Замер размахов амплитуды и частоты колебаний рабочего органа осуществляется путем установки щупа вибрографа на ступицу опорных подшипников рабочего органа. Запись виброграммы выполняется не менее трех раз с каждой стороны рабочего органа. Оценка режима ведется по среднеарифметическим значениям амплитуды и частоты.

д) Скорость передвижения катка устанавливается по секундомеру и проходимому катком фиксированному расстоянию. Результаты определяют как среднее арифметическое из трех полученных значений. При движении катка по челночной схеме определяется скорость его движения передним и задним ходом.

е) Эффективность режимов работы оценивается по степени уплотнения грунта. Причем за эффективные принимаются те режимы, при которых достигается наибольшая степень уплотнения грунта при наименьших затратах удельной работы на его уплотнение. Эффективные режимы работы уплотняющих машин устанавливаются в процессе опытно-производственных уплотнений для каждого вида грунта, а на стадиях проектирования надлежит руководствоваться табл.I0.

ж) Фиксацию момента завершения укатки карты для передачи ее службе геотехконтроля производят, как правило, по времени укатки карты, исходя из ее площади. Время укатки карты стандартной площади устанавливают опытным путем; при укатке связных грунтов пнев-

Таблица 10

№№ п/п	Тип уплотняющего механизма	Тип уплотняемого грунта	Толщина слоя грунта в рыхлом теле, см	Количество проходов уплотняющего механизма по одному следу	Достигаемая степень уплотнения
I	2	3	4	5	6
	I. Пневмокатки				
I.	Легкие (массой до I0 т)	а) Связные	30-50	8-I0	0,92-0,95
		б) Песчаные	40-70	"	0,92-0,95
2.	Средние (массой до 30 т)	а) Связные	30-50	"	0,95-0,98
		б) Песчаные	40-70	"	0,95-0,98
		в) Гравийно-галечниковые и крупно-обломочные	60-I20	"	0,92-0,95
3.	Тяжелые (массой до I00т)	а) Связные	30-50	"	0,98-I,00
		б) Гравийно-галечниковые и крупно-обломочные	60-I20	"	0,95-0,98
	II. Виброкатки				
I.	Легкие (массой до 5 т)	Песчаные и фильтровые материалы	70-I00	6-8	0,98-I,00

продолжение табл.IO

I	2	3	4	5	6
2.	Средние (массой до 6-IO т)	Все виды несвязных грунтов	50-I50	6-8	0,95-0,98
3.	Тяжелые (массой более IO т)	а) Горная масса	I00-200	6-8	0,95-0,98
		б) Галечниковые грунты с включением валунов			

машинами достаточность укатки часто легко и с высокой точностью определяется глубиной отпечатка протектора шины в уплотняемом грунте.

3) После завершения уплотнения следует производить опробирование качества уплотнения и подготовку укатанного слоя к отсыпке следующего.

5.4.6. Технологические исследования и опытно-производственные работы

а) Перед возведением плотины из грунтовых материалов I и II классов устраиваются опытные насыпи для технологических исследований строительных свойств грунтов, предназначаемых к укладке в плотину а в процессе возведения плотин выполняются опытно-производственные работы.

б) Опытные насыпи выполняются по специальному проекту и программе, располагать их можно, как в проектном контуре плотины, так и на специальной площадке за ее контуром.

в) Программы технологических исследований и опытно-производственных работ по возведению плотин из грунтовых материалов разрабатываются соответствующими научно-исследовательскими организациями и согласовываются с проектировщиками и строителями.

г) В программах указывают:

цель и задачи исследований;

технические характеристики землеройно-транспортных и уплотняющих машин;

перспективные грунты, их свойства и контролируемые параметры измерительная аппаратура;

требования к основанию и способам возведения опытных насыпей, а также к методам кондиционирования грунтовых материалов;

методика проведения исследований, приборы, состав, количество и способы определения геотехнических и технологических параметров;

технико-экономическая эффективность технологических исследований или опытно-производственных работ;

распределение обязанностей между участниками работ и сроки их выполнения; состав и объем работ.

В результате проведения технологических исследований на опытных насыпях устанавливают:

грунты, рекомендуемые для возведения плотины, способы их разработки, кондиционирования и укладки;

основные строительные свойства для грунтов в теле плотины;

основные технологические требования к грунтам;

толщина слоя укладки грунта в рыхлом (после планировки) и плотном сложении;

технологические операции для обеспечения требований к грунтам по однородности, влажности, плотности и другим качественным показателям (способ транспортировки, укладки и планировки слоев грунта);

число проходов уплотняющих машин для достижения требуемой степени уплотнения;

оптимальные режимы работы уплотняющих машин и их схемы движения по уплотняемой карте;

типы и количество уплотняющих машин;

способы доувлажнения или подсушки грунтов;

методы контроля качества уплотнения грунта; их достоверность, оперативность; методы обработки поверхности уплотненного слоя.

На основе результатов технологических исследований составляют временные технические условия на возведение плотины. Опытно-производственные работы выполняют для корректировки временных технических

условий на возведение плотины и методов геотехконтроля, а также для оценки качества возводимого сооружения.

д) В процессе технологических исследований и опытно-производственных работ по согласованию с проектной и строительной организациями уточняют требования проекта к плотности, влажности, гранулометрическому составу грунтов; проводят корректировку методов кондиционирования грунтовых материалов в карьерах; разрабатывают способы оптимального использования технологического оборудования, имеющегося у строительной организации, и, решают другие специальные задачи. К проведению опытно-производственных работ также необходимо привлекать научно-исследовательские организации.

е) Объем и количество опытных насыпей должно обеспечивать четкое решение всех вопросов, поставленных в программе технологических исследований. Ширина каждого опытного фрагмента по верху должна составлять не менее 2-3 ширины рабочего органа уплотняющего механизма, а длина неменее 5-10 его длин.

Количество проходов уплотняющей машины последовательно увеличивают на одной и той же карте. При отработке отсыпки различных видов грунтов или при необходимости проверки уплотняемости в широких диапазонах вариаций гранулометрических составов, пластичности, естественной влажности грунтов объем опытных насыпей должен быть увеличен пропорционально принятому количеству вариаций свойств и состояний грунтового материала. Обычно производится проверка при крайних значениях вариаций параметров и состояний грунтов.

ж) Объем геотехконтроля и лабораторных исследований грунтов при производстве опытных работ должен обеспечивать достаточный для статистической обработки уровень информации по основным отрабатываемым технологическим и грунтовым параметрам, что обеспечивается соответствующей частотой отбора проб, испытаний грунта, различ-

ных замеров и оценок технологических параметров состояний насыпи, работы механизмов и т.д. Для получения более полной информации опытные насыпи и основания, на которых их возводят, целесообразно оснащать контрольно-измерительной аппаратурой (пьезометрами, датчиками напряжений, порового давления, марками, вибродатчиками и др.).

з) Основание для опытных насыпей должно удовлетворять следующим требованиям:

плотность грунта основания должна быть не меньше плотности тела насыпи, поверхность должна быть ровной, горизонтальной или наклонной, если это требуется условиями испытаний.

5.5. Контроль качества возведения плотин из грунтовых материалов

5.5.I. Общие положения

а) Контроль качества возведения плотин из грунтовых материалов выполняется специально организуемой производственной службой в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

Высокое качество выполнения работ обеспечивает надежность эксплуатации возводимых сооружений.

Контролируется:

качество подготовки основания;

разработка карьеров и качество получаемых карьерных грунтов;

технология производства работ;

качество укладки материалов в тело сооружения.

б) Контроль качества возведения плотин из грунтовых материалов осуществляется путем:

визуальных наблюдений;

отбора проб грунтовых материалов из сооружения, карьеров, промежуточных складов и т.д.;

лабораторных и полевых исследований физико-механических и фильтрационных свойств отобранных проб грунтов;

статистической обработки результатов геотехконтроля.

5.5.2. Контролируемые параметры

а) Основными контролируемыми параметрами являются как геотехнические характеристики используемых грунтов, так и высота слоев отсыпки, режим работы применяемых машин и оборудования. Технические параметры применяемых машин и оборудования должны обеспечивать оптимальный режим их работы, установленный технологическими исследованиями.

б) Помимо вышеперечисленных определений производится комплекс лабораторных исследований, состоящий из определений физико-механических, химических и фильтрационных свойств исследуемых грунтов.

Для оценки уплотняемости грунтовых материалов должны определяться лабораторными методами и корректироваться в процессе опытно-производственных работ максимальная плотность сложения и оптимальная влажность грунтов.

в) Основными методами контроля являются прямые инструментальные методы определения плотности сухого грунта, влажности, гранулометрического состава, параметров пластичности грунтов согласно действующим ГОСТам.

г) При достаточном обосновании и при согласовании с генпроектировщиком и заказчиком при контроле могут использоваться косвенные методы определения плотности и влажности грунтов (радиоизотопные, штамповые и виброштамповые, сейсмоакустические и др.) взамен прямых методов, если косвенные методы обеспечивают точность определения характеристик в соответствии с ГОСТ на прямые методы с учетом реальных вариаций гранулометрического, минералогического и химического составов контролируемых грунтов.

д) Методы и объемы контрольных определений регламентируются действующими нормативными документами или техническими условиями на возведение плотины.

5.5.3. Контроль качества при разработке грунтов и их кондиционировании

а) Для контроля за разработкой карьеров организуется обычно контрольная точка, а при интенсивности разработки карьера более 10–20 тыс.$м^3$/сут. грунта – контрольный пост. Кроме того, контрольный пост организуется при сложных инженерно-геологических условиях, требующих выборочной разработки карьера или в том случае, когда требуются специальные мероприятия по кондиционированию грунта по гранулометрическому составу, влажности с отсыпкой промежуточных складов и другими инженерными мероприятиями.

б) При разработке карьера контрольный пост осуществляет наблюдение:

за гранулометрическим составом и влажностью грунтов;

за соответствием контуров разработки карьера проекту, правильностью и своевременностью производства вскрышных работ;

за соблюдением правильной технологии и последовательности разработки карьера и забоев, в части, влияющей на количество и кондиционность разрабатываемого грунта;

за соответствием грунтов специальным требованиям, если они предусмотрены проектом или техническими условиями, такими как пластичность, засоленность, загрязненность и т.д. и если отклонения от этих требований могут по данным инженерно-геологических изысканий имеет место в пределах проектных контуров разрабатываемых грунтов.

в) В случаях, когда предусмотрено искусственное кондиционирование грунтов по специальной технолсгии (отсыпка промежуточных складов для смешивания грунтсв, их подсушка или доувлажнение, рассев на специальных установках или в конусах искусственной сегрегации и т.д.), контрольный пост должен осуществлять контроль за правильностью выполнения всех предусмотренных проектом производства работ мероприятий и технологических приемов.

г) После завершения всех технологических операций по кондиционированию карьерных грунтов должен проводиться выходной (финишный) контроль соответствия полученного грунтового материала требованиям проекта и технических условий к материалам, допускаемым к укладке в плотину. Геотехнический контроль на промежуточных этапах кондиционирования грунтов должен проводиться в соответствии с требованиями проекта производства работ по получению кондиционных грунтовых материалов.

5.5.4. Контроль качества при укладке грунтов

а) При укладке грунтовых материалов в плотину в случае отсутствия выходного контрсля на месте разработки или кондиционирования грунтов проводят входной контроль качества поступающих на сооружения грунтовых материалов. Входной контроль для связных грунтов без крупных включений состоит в оценке соответствия влажности (а также, при необходимости, пластичности, содержания органических примесей, водорастворимых солей) требованиям технических условий. Для связных грунтов, с включениями крупных фракций, оценивается дополнительно их допустимое содержание. Для несвязных грунтов оценивается соответствие их гранулометрического состава предъявляемым требованиям, а так же их загрязненность.

Входной контроль может, как правило, производиться визуально или с применением простейших приемов качественной или количественной оценки.

б) В случаях, когда по инженерно-геологическим, организационным и другим условиям на месте разработки грунтов, на плотину систематически попадают некондиционные грунтовые материалы, необходима организация выходного контроля на месте разработки и погрузки грунтов.

в) В процессе отсыпки грунта на карты контрольный пост производит контроль:

за правильной технологией отсыпки грунта (распределением "куч" по площади карты, правильностью пионерной отсыпки, равномерностью движения грунтовозного транспорта при укатке отсыпаемого грунта проходящим транспортом и т.д.);

за соблюдением толщины разравниваемого слоя, отсутствием скоплений крупных камней, в частности, на границах с фильтрами и промежуточными зонами;

за соблюдением границ отсыпки и загрязнением фильтров и переходных зон при отсыпке противофильтрационных элементов.

г) В процессе укатки карт контрольный пост должен следить за скоростью движения по карте грунтоуплотняющих механизмов.

д) После завершения укатки карты контрольный пост должен немедленно приступить к отбору проб грунта согласно требованиям технических условий.

е) В случае соответствия результатов контроля положениям технических условий и после завершения, если это требуется, подготовительных работ к отсыпке следующего слоя (рыхление и увлажнение поверхности, установка разметочных и ограничительных знаков), контрольный пост дает письменное разрешение на отсыпку следующего слоя. В случае несоответствия контрольным требованиям производится

доуплотнение грунта. Если меры по доуплотнению грунта на контролируемой карте отсыпки не эффективны, контрольный пост обязан приостановить работы, сообщить об этом ответственному производителю работ и сделать записи в соответствующих журналах.

ж) Результаты всех инструментальных и визуальных определений, замеров и наблюдений должны немедленно, без черновиков, заноситься в рабочие журналы контрольного поста. После каждой записи должна быть разборчивая подпись сделавшего запись, а под расчетами подпись проверившего их.

з) Особенности контроля качества возведения плотины из крупнообломочных грунтов или песчаных, глинистых, содержащих крупнообломочный материал с большой неоднородностью зернового состава приводятся в справочном приложении 5.

6. ВОЗВЕДЕНИЕ НАМЫВНЫХ ПЛОТИН

6.I. Общие положения

6.I.I. Способ гидромеханизации следует применять в случаях, когда использование другой землеройной техники невозможно или он экономически обоснован. Способ гидромеханизации применяется при наличии:

а) грунтов, пригодных для укладки намывным способом в плотины;

б) источников водоснабжения, обеспечивающих потребность в воде для разработки и гидротранспортирования грунта, с учетом фильтрационных потерь и покрытия хозяйственных потребностей района, находящегося ниже водозабора;

в) энергоснабжения, необходимого для землесосных снарядов и других установок гидромеханизации.

6.I.2. Виды намываемых плотин, их конструктивные особенности, требования к грунтам и элементам технологии, обеспечивающим принятые в проектах плотин решения, должны отвечать СНиП 2.06.05-84, разделу 3.

6.I.3. Изыскания грунтов, подлежащих разработке способом гидромеханизации, выполняются с учетом специфических требований в СНиП I.02.07-87, разделе 3.

6.I.4. Классификацию грунтов по трудности разработки средствами гидромеханизации и удельные расходы воды на разработку грунта следует принимать по СНиП IУ-2-82, табл.I-5 и табл.I-6. Возможность разработки грунтов, не охваченных этой классификацией, надлежит устанавливать по опытным исследованиям или аналогам.

6.I.5. Сезонную производительность оборудования гидромеханизации устанавливают на основании норм потребности машиночасов землесосных снарядов или гидромониторно-землесосно-насосных установок на разработку и укладку в плотину I000 $м^3$ грунта по СНиП IУ-2-82, табл.I-I35, I-I36, I-I37, I-I39 и I-I40 с учетом поправочных коэффициентов в технической части указанного СНиПа и числа машиночасов работы оборудования гидромеханизации в году, определяемого расчетом по данным производственных и климатических условий строительства. Технические характеристики основного оборудования, используемого при работах способом гидромеханизации в энергетическом строительстве, представлены в справочном приложении 6.

6.I.6. Порядок проведения намывных работ при возведении плотин, состав контролируемых показателей, объем и методы контроля должны отвечать СНиП 3.02.0I-87, разделу 5.

6.I.7. Технология намыва плотин осуществляется в соответствии специальным указаниям в проектах организации строительства и производства работ. Намыв плотин без технических условий на их возве-

дение в составе рабочего проекта (рабочей документации) не допускается. Характерные особенности способов и технологических схем намыва грунта приведены в справочном приложении 7.

6.I.8. Для плотин I и II классов следует, как правило, проводить опытный намыв, в процессе которого могут быть при необходимости уточнены элементы технологии укладки грунта, контрольные значения геотехнических характеристик, установлены характеристики фракционирования грунта по длине откоса намыва и анизотропии показателей фильтрации и сдвиговых характеристик.

6.I.9. При возведении намывных плотин не допускается затопление и подтопление населенных пунктов, промышленных предприятий, дорог, а также земель, используемых для сельского хозяйства или занятых лесами и т.п. Защитные мероприятия осуществляют в соответствии с указаниями в проектах организации строительства и производства работ.

6.I.I0. Мероприятия по очистке и осветлению образуемой с карт намыва воды с последующим опуском ее в реки и водоемы следует осуществлять только с разрешения органов по регулированию использования и охране вод и по согласованию с органами, осуществляющими государственный санитарный надзор, охрану рыбных запасов, и другими заинтересованными органами.

6.I.II. При намыве плотин в балансе земляных масс учитывают дополнительные объемы грунта, обусловленные технологией производства гидромеханизированных работ (согласно требованиям и нормам СНиП 3.02.0I-87, п.п. 5,6, 5.30, 5.39, табл. II и I2).

6.I.I2. Намыв плотин осуществляют в полном соответствии с проектом производства работ. Необходимо также руководствоваться типовыми инструкциями и типовыми технологическими картами по проведению намыва плотин из грунтовых материалов, штабелей грунта и устройству обвалования.

6.I.I3. Разработку грунта в выемках и карьерах при намыве плотин следует осуществлять в соответствии с указаниями в обязательном приложении 8.

6.I.I4. Расчеты потерь напора и других параметров при гидротранспортировании грунтов выполняют по методике, содержащейся в "Инструкции по гидравлическому расчету систем напорного гидротранспорта грунтов" (П 59-72), "Энергия", Л., I972.

При производстве намывных работ приведенные расчетные расстояния транспортирования пульпы землесосными снарядами следует принимать по указаниям п.п. 6 и 7 и табл.5 технической части ЕНиР 2-2 (Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сб. Е2, вып.2 "Гидромеханизированные земляные работы", М., Стройиздат, I987).

6.I.I5. Намыв грунта в плотине при отрицательной температуре и промороженном основании или поверхности сооружений проводят с соблюдением требований главы 7 настоящего пособия.

6.I.I6. Порядок назначения и обеспечения в процессе производства работ физико-механических характеристик намываемого в сооружения грунта соответствует указаниям в обязательном приложении 9.

6.I.I7. Контроль качества возведения намывных плотин и их промежуточную (после намыва) приемку осуществляют согласно требований обязательных приложений I0 и 11.

6.2. Грунты для намыва и способы их обогащения

6.2.I. Для намыва плотин разрешается использовать грунты с гранулометрическим составом в диапазоне согласно СНиП 2.06.05-84 п.3.9, черт.5, при этом следует учитывать опыт намывного плотиностроения, приобретенного к настоящему времени.

6.2.2. Не допускается применение грунтов, содержащих более 0,5% по объему негабаритных включений (валунов, камней, конгломератов и т.п.), не проходящих через рабочие органы грунтовых насосов или загрузочные и разгрузочные отверстия шлюзовых аппаратов, породоспусков, других гидротранспортных установок. При наличии в карьерном грунте или на участках выемок негабаритов в большем объеме оборудование гидромеханизации должно быть укомплектовано устройствами для предварительного отбора таких включений.

6.2.3. Для неоднородных плотин контрольные значения геотехнических характеристик намытого грунта устанавливают для каждой выделенной в профиле сооружения конструктивной зоны.

6.2.4. Гранулометрический состав намытого грунта в тело плотин назначается по характеристикам исходного грунта с учетом отмыва мелких фракций для однородных, а для неоднородных плотин и фракционирования грунта в поперечном профиле сооружения.

6.2.5. Грунты для намыва плотин, преимущественно неоднородных, при соответствующем техническом и экономическом обосновании могут быть обогащены непосредственно в карьере, в приплотинном бункере-смесителе или на карте намыва.

6.2.6. При обогащении в карьере грунты с недостающими фракциями подлежат завозу на участок разрабатываемого способом гидромеханизации карьера или должны быть перемещены с участков, где имеется избыток необходимых фракций, на участки с их недостатком.

При слоистом строении полезной толщи карьерных грунтов, состоящей, например, из переслоев гравийно-песчаных, песчаных и супесчаных грунтов и покровных суглинков, обогащение следует производить за счет изменения глубины разработки забоя или вскрыши поверхностных некондиционных слоев.

6.2.7. Обогащение в бункере-смесителе обеспечивается при подаче в него необходимой пропорции грунтов из различных по составу

карьеров.

6.2.8. На карте намыва обогащение производится путем принудительного повышенного сброса мелких фракций грунта.

6.2.9. Неоднородные плотины возводятся как с использованием технологического фракционирования исходного грунта, так и технологии раздельной подачи грунта из разных по составу исходного материала карьеров в выделенные в профиле плотины конструктивные зоны.

6.3. Организация карт намыва

6.3.I. Намыв плотин проводится отдельными картами, на которые делится плотина по длине.

6.3.2. Длина карты l предварительно устанавливается в зависимости от средней ширины плотины ℓ, принятой интенсивности намыва h (м/сут) и суточной производительности земснаряда по грунт Q_r ($м^3$/сут) по формуле

$$l = \frac{Q_r}{6 \cdot h} \text{ (м)}.$$

Интенсивность намыва должна приниматься по указаниям в гл.6.II.2 настоящего пособия.

6.3.3. Длина карт намыва для различных по производительности земснарядов должна приниматься:

Производительноть по воде, $м^3$/ч	Длина карты, м
более 4000	200-400
250I-4000	200-300
I00I-2500	75-200

Примечание: при безэстакадном способе намыва оптимальная длина распределительного пульпопровода из раструбных труб вследствие больших потерь напора в раструбах не превышает I50-200 м, с учетом этого магистральный пульпропровод при длинных картах

6.3.4. При эстакадном или низкоопорном способах намыва укладку грунта целесообразно вести на смежные карты. В то время, когда на одной карте ведется намыв, на другой проводятся подготовительные работы.

6.3.5. При безэстакадном способе намыва попеременная подача грунта на смежные карты, особенно на верхних отметках сооружений при их узком профиле, позволяет ускорить и облегчить отсыпку очередного яруса попутного обвалования.

6.3.6. При двухсторонней схеме намыва одной карты плотины или дамбы безэстакадным способом подачу грунта следует осуществлять при одном земснаряде попеременно с верхнего и с нижнего бьефов, а при наличии двух земснарядов - одновременно с обоих бьефов.

6.4. Отвод осветленной воды при намыве плотин

6.4.1. Отвод осветленной воды из прудка на картах намыва и поддержание необходимого уровня воды в нем осуществляется с применением временных водосбросных устройств, состоящих, как правило, из водосбросных колодцев и сбросных трубопроводов, и в отдельных случаях - откачивающих плавучих насосных установок. Выбор способа отвода осветленной воды устанавливается проектом организации строительства, конструктивные решения по водоотводным устройствам - проектом производства работ и типовой проектной документацией.

6.4.2. При высоте намываемой плотины менее 6 м следует применять обшивные шандорные колодцы с деревянным каркасом, при большей высоте - такие же колодцы, но с внутренним металлическим трубчатым стояком, состоящим из наращиваемых обечаек (колец) высотой, как правило, от 0,4 до 1,0 м.

6.4.3. В зависимости от водопропускной способности водосбросные колодцы принимают одно- или многосекционными:

Расход, $м^3$/сек	Тип колодца
до I,5	односекционный
I,5-2,5	двухсекционный
более 2,5	трехсекционный

6.4.4. Водосбросные колодцы выполняют с регулируемым сливным фронтом.

6.4.5. На картах намыва длиною более I00-I50 м следует устанавливать, как правило, не менее двух колодцев.

6.4.6. Диаметр водосбросных труб следует принимать в зависимости от расхода осветленной воды и уклона трубопровода по данным табл.II.

Таблица II

Расход воды, $м^3$сек	Условный диаметр трубы, мм	Уклон водосбросного трубопровода, %
	400	3,0
0,45	500	I,0
	600	0,5
	500	4,5
I,0	600	2,0
	700	I,0
	800	0,5
	700	2,0
I,5	800	I,0
	900	0,5
	900	2,0
3,0	I000	I,0

6.4.7. Водосбросные трубопроводы в пределах карты намыва пригружают для предотвращения их всплывания и оборудуют диафрагмы против фильтрации воды вдоль стенок труб.

6.4.8. После окончания намыва водосбросные устройства плотин тампонируют, для этой цели следует, как правило, применять песчаноцементный раствор.

6.4.9. Строительство водосбросных систем и их тампонирование после окончания намыва оформляют актами на скрытые работы.

6.5. Отсыпка обвалования

6.5.I. Обвалование на картах намыва подразделяется на первичное, отсыпанное до начала намывных работ, и попутное, устраиваемое в процессе намыва плотины для каждого яруса или слоя укладки намывного грунта.

6.5.2. Первичное обвалование отсыпают внутри контура намывной плотины, если грунт для него отвечает грунту соответствующей зоны намывной плотины. В этом случае при отсыпке обвалования проводят уплотнение грунта до значений, принятых для плотины.

При различиях в грунте по гранулометрическому составу первичного обвалования и намывного сооружения обвалование отсыпают вне контура плотины.

6.5.3. Для первичного обвалования могут быть использованы грунты основания плотины, вскрышные грунты при подготовке основания, грунты предварительно намытых резервов или привозные грунты.

6.5.4. Профиль первичного обвалования и отметка его гребня должны строго соответствовать принятым в проекте производства работ, что контролируется в процессе отсыпки и при приемке основания карты под намыв.

6.5.5. Попутное обвалование формируют, как правило, из намытого грунта соответствующей зоны плотины. В отдельных случаях, обусловленных проектом организации строительства, оно может возводиться из привозного грунта. Грунт для обвалования должен отвечать требованиям СНиП 3.02-0I-87 п.5.3I.

6.5.6. Профиль попутного обвалования принимают в соответствии с указанным в типовых технологических картах в зависимости от способа намыва. Отсыпка обвалования для каждого яруса или слоя намыва проводится по осям, установленным в проекте производства работ. Положение внешнего откоса обвалования контролируется по створным указателям (вехам), выставляемым не реже, чем через 50 м на прямых и 25 м на криволинейных участках намывной плотины.

6.5.7. При безэстакадном способе намыв в случаях, когда устройство попутного обвалования осуществляется бульдозерами изнутри карты, дамбу обвалования следует отсыпать на высоту каждого слоя грунта, намываемого при прямом и обратном ходе крана, укладывающего распределительные пульпопроводы с запасом высоты гребня, не менее указанной в п.6.6.7.

6.5.8. При отсыпке попутного обвалования нельзя допускать на поверхности карты намыва образования изолированных углублений, где могут отстаиваться и отлагаться мелкие (глинистые и пылеватые) частицы грунта.

6.6. Технологические операции по укладке труб при безэстакадном намыве

6.6.I. Магистральный пульпопровод выводят на карту намыва с учетом удобного подключения к нему распределительного пульпопровода, положение которого меняется в плане и по высоте. Рекомендуется применение поворотных колен с вращающимся фланцем на одном конце и типовым конусом раструбного соединения на другом.

Возможно также шланговое подключение магистрального пульпопровода к распределительному.

6.6.2. Трубы распределительного пульпопровода для намыва земснарядами производительностью по воде 2500-4000 $м^3$/час следует принимать диаметром 600 мм.

6.6.3. Для отмыва углов карт необходимо иметь колена из труб того же диаметра с раструбом и петлей на одном конце и конусом и крюком - на другом.

6.6.4. Наращивание и разборку раструбных труб распределительного пульпопровода предпочтительно производить торфяным краном на широких гусеницах типа МТТ-I6А грузоподъемностью I0 т, для устройства обвалования использовать бульдозер ДЗ-27 на базе трактора Т-I30 мощностью I30 л.с.

6.6.5. При безэстакадном намыве песчаных грунтов распредели-тельный пульпопровод прокладывают на расстоянии примерно 8 м от дамбы обвалования и параллельно ей, для гравийных грунтов это расстояние может быть уменьшено до 6-5 м.

6.6.6. Общая толщина слоя намыва при укладке песчаных и песчано-гравелистых грунтов для прямого и обратного хода крана, как правило, не превышает I,0-I,2 м, при этом при наращивании труб слой намыва составляет 0,7-0,8 м, при разборке - 0,3-0,4 м.

6.6.7. Запас высоты обвалования после намыва указанного выше слоя при прямом и обратном ходе крана более 0,I м.

6.6.8. При прокладке труб краном прямолинейное положение труб и установленную толщину слоя намыва контролируют путем установки вешек и Т-образных "сторожков".

6.6.9. При намыве первого слоя раструбные трубы следует подавать к крану с использованием трактора, и кран их в процессе намыва укладывает в нитку распределительного пульпопровода. При разборке пульпопровода трубы следует выкладывать на внешнем откосе

дамбы обвалования перпендикулярно к ее оси так, чтобы конец трубы с приваренным к ней крюком выступал на I,5 м выше гребня обвалования.

6.7 Намыв подводных частей плотин

6.7.I. Намыв грунта под воду при возведении плотин следует вести, как правило, по пионерно-торцевой схеме, с последовательным наращиванием выдвигаемой в акваторию грунтовой призмы. При значительной ширине замываемой акватории, превышающей поперечный размер одной пионерной призмы, эти призмы должны размещаться параллельно друг другу, со смыканием над водой конусов намыва. Намыв следует производить одним или несколькими землесосными снарядами или землесосными установкам. с одного или обоих берегов.

6.7.2. Выдвижение пионерных призм следует организовать так, чтобы в зоне замыва не образовывались замкнутые водоемы, где могут откладываться мелкие частицы грунта, и чтобы взвешенная часть грунта (глинистые, илистые, пылеватые фракции) без препятствий вытеснялась за пределы контура подводной части плотины или за границу замываемой акватории.

6.7.3. Технология намыва согласно п.п.6.I0.I и 6.I0.2 обеспечивает однородное распределение грунта по крупности в теле подводной насыпи при степени неоднородности гранулометрического состава исходного грунта $C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} \leq I5 \div 20$, при более неоднородном карьерном грунте для получения однородной подводной насыпи пионерные призмы необходимо оближать со взаимным перекрытием подводных откосов.

6.7.4. При подаче неоднородного грунта из различных карьеров в процессе возведения подводной части русловых плотин наиболее крупный материал следует намывать в пионерную призму, примыкающую к низовому банкету.

6.7.5. Разрешается использовать карьеры с гравийно-галечниковым грунтом или резервы с искусственно подготовленной смесью гравия и песка, что позволяет возводить намывную переходную призму с внутренней стороны банкета взамен отсыпки слоев защитных фильтров (при включении указанной конструкции и технологии в проекты плотины и организации строительства).

6.7.6. Намыв под воду грунта в разные зоны неоднородной плотины следует выполнять из разных карьеров или резервов с соответствующим грунтовым материалом.

6.7.7. При намыве грунта в воду с наращиваемой пионерной призмой земснарядами производительностью по воде более 2500 $м^3$/час, частицы фракций грунта размером меньше 0,05 мм почти полностью отмываются и выносятся за пределы намываемой призмы, также частично отмывается грунт фракции 0,05-0,1 мм. Величину отмыва для различных условий производства работ необходимо принимать по данным аналогов или расчетов; при скорости течения более 0,5 м/с следует использовать материалы гидравлических исследований.

6.7.8. Плотность укладки грунта, намытого под воду, следует принимать как среднеарифметическую по значениям плотности укладки грунта в надводной части плотины и плотности этого же грунта в максимально рыхлом состоянии.

6.7.9. С целью повышения плотности укладки намываемого под воду грунта и снижения выноса мелких фракций может быть применен послойный подводный намыв грунта с опусканием плавучим краном концевой шарнирной части распределительного пульпопровода ко дну водоема или поверхности очередного слоя намыва. Учитывая необходимость привлечения дополнительных технических средств, трудовых ресурсов и общее удорожание работ, эту технологию в каждом отдельном случае следует обосновать проектом.

6.7.IO. Уклон подводного откоса при намыве песчаного грунта землесосными снарядами производительностью по воде свыше 3000 $м^3/ч$ следует принимать в пределах от I:IO до I:4, при этом меньшие значения уклона соответствуют мелким пескам при наличии течения в водоеме. С увеличением крупных фракций в песке и снижением скорости течения уклон откоса увеличивается.

При скорости течения воды менее 0,5 м/с, глубине водоема от 3 до IO м, производительности по воде землесосного снаряда (землесосной установки) I500-3000 $м^3/ч$ уклон откоса в зависимости от крупности грунта следует принимать по табл.I2.

Таблица I2

Характеристика грунта	Уклон откоса
Песок гравелистый с содержанием гравия более 25%	I:2
Песок с включением гравийных фракций 5-25%	I:2,5
Песок крупный	I:3
Песок средней крупности	I:4
Песок мелкий	I:5 - I:6
Песок пылеватый	I:7 - I:8

6.7.II. При намыве подводных частей плотин превышение грунта над водной поверхностью по оси прокладки распределительных пульпопроводов в створе устройства обвалования и в зоне работы бульдозеров после срезки ими грунта для устройства обвалования составляет не менее, м:

для гравийных грунтов	0,5
для песчано-гравийных	0,7
для песков крупных и средней крупности	I,0
для мелких и пылеватых песков	I,5

Приведенные значения могут быть повышены по условиям безопасного ведения работ при намыве в текущую воду.

6.7.12. При безбанкетном перекрытии русел крупных рек намывным способом следует обеспечивать расчленение перепада в створе плотины путем замыва оставшегося прорана 2-3 пионерными призмами, расположенными перпендикулярно потоку, со сосредоточенной подачей грунта в каждую из этих призм.

6.8. Технология намыва плотин со свободными или частично обжатыми откосами

6.8.1. Намыв однородных плотин с обоими свободно формируемыми откосами (без устройства обвалования) следует принимать:

при создании невысоких (до 7-8 м) ограждающих или разделительных плотин (дамб) на водоемах и водохранилищах при возможном подпоре с низовой стороны;

при наличии неудаляемых слабых грунтов в основании сооружения.

Способ центрального намыва без дамб обвалования применяется:

при устройстве уширенной цокольной части плотины;

при устройстве выравнивающего слоя из-за необходимости значительного сокращения подготовительных работ по расчистке естественного основания или наличия слабых грунтов;

при возведении вспомогательных грунтовых сооружений на заболоченных и затопленных территориях.

6.8.2. Намыв плотин на слабых грунтах следует проводить, как правило, в две стадии: вначале намывается нижняя уширенная часть (подушка), а после консолидации грунта в основании и стабилизации осадок подушки возводится верхняя часть с профилируемыми откосами.

6.8.3. Намыв подушки осуществляют по пионерно-торцевой схеме отдельными призмами с укладкой наиболее крупного по фракционному

составу грунта в зоны сопряжения с низовым и верховым откосами верхней профилируемой части плотины.

6.8.4. Намыв подушки при ее проектной высоте до 3-3,5 м следует вести в один слой с отжимом мелкого, некондиционного грунта за пределы контура плотины, при большей высоте намыв проводят очередями, при этом в процессе первой очереди работ основание замываемого участка или карты полностью замывают.

6.8.5. Намыв плотин с низовым профилируемым и верховым свободным откосом следует принимать при формировании волноустойчивого профиля сооружения без крепления или с облегченным креплением верхового откоса, а также с целью сокращения объема подготовки основания.

6.8.6. Намыв плотин с односторонним свободным откосом следует вести, как правило, безэстакадным способом; возможно также применение продольно-торцевого и встречно-торцевого способов.

6.8.7. Уклон откоса при свободном намыве с использованием безэстакадного способа и 10% консистенции пульпы (отношение по массе твердой составляющей к воде 1:10) следует принимать по данным табл.13.

Таблица 13

Тип грунта	Уклон откоса при расходе пульпы, $м^3/ч$		
	до 2000	2000-4000	св.4000
Песок мелкий	1:40	1:60	1:100
То же средней крупности	1:33	1:40	1:65
То же крупный	1:25	1:33	1:40
То же гравелистый с содержанием гравийных фракций более 2 мм свыше 25%	1:20	1:25	1:30
Гравий с содержанием песчаных фракций менее 2 мм до 25%	1:15	1:20	1:25

При консистенции пульпы, отличающейся от 10%-ной, уклон откоса уточняют по формуле:

$$i = i_{10}\sqrt[3]{\frac{C}{10}},$$

где C - консистенция пульпы, %,

i_{10} - уклон откоса при C = 10%.

Данные табл.13 и расчета по приведенной формуле подлежат уточнению по опытным или производственным наблюдениям в первый период работы на объекте с соответствующей корректировкой принятых величин в проекте производства работ.

При выполнении намывных работ средний уклон свободного откоса по контрольным поперечникам должен выдерживаться в пределах значений, установленных в проекте производства работ.

6.8.8. Плотины с односторонним свободным откосом следует намывать с использованием следующей технологии:

укладку грунта проводить поочередно на две смежные карты: в то время, как на одной ведется намыв, на другой подготавливается обвалование;

длину карт намыва принимать не более 250-300 м во избежание больших потерь напора в распределительном пульпопроводе;

намыв осуществлять слоями, соответствующими ярусам отсыпанного обвалования, но, как правило, толщиной не более 1,5 м;

в процессе намыва добиваться подачи пульпы равномерной консистенции без резких сгущений и последующей длительной промывки труб, что обеспечит формирование откоса плотины без существенных отклонений от средней величины уклона.

6.8.9. В случаях, когда верховой откос плотины формируется при свободном растекании пульпы значительно положе, чем требуется

по условиям волноустойчивости, можно выполнить частичное обжатие откоса по следующей технологии:

6.8.9.I. В створе проектного перелома пологого надводного откоса на крутой подводный откос отсыпается обвалование с закладкой временных водосбросных устройств (колодцев); это при намыве сократит длину пляжного откоса и позволит исключить концевую распластанную часть плотины.

6.8.9.2. Обвалование такого же типа может быть отсыпано выше по проектному откосу с учетом возможной волновой переработки откоса и его переформирования до расчетных значений.

6.8.9.3. Увеличение крутизны свободного откоса обеспечивается при сокращении удельного расхода пульпы по длине фронта намыва. При безэстакадном способе работ это достигается путем переключения подачи части расхода с торца пульпопровода на отверстия в трубах, перекрываемые шиберными задвижками.

6.8.9.4. При намыве плотин с одним или обоими свободными откосами следует обеспечивать организованный отвод сбросной воды путем устройства перехватывающих канав за пределами подошвы откосов и доведением их до водоприемников. При этом необходимо предпринять меры против размыва берега водоприемника (реки), когда имеется существенная разница в отметках между дном канавы у ее выхода и уровнем воды в водоприемнике.

6.9. Технология возведения однородных плотин с обоими принудительно формируемыми откосами

6.9.I. Для намыва однородных плотин следует использовать преимущественно песчаные и супесчаные грунты (группы I и II по графику материалов для намыва плотин - см. СНиП 2.06.05-84 п.3.9 черт.5), а также лессовидные суглинки, которые могут быть применены с учетом устройства обвалования из привозного грунта.

6.9.2. Намыв плотин землесосными снарядами (землесосными установками) производительностью по воде свыше 2500 $м^3$/ч при всех видах грунта, кроме особо мелкого, плохо отдающего воду, следует, как правило, осуществлять беззастакадным способом. Схемы раскладки труб с намывом грунта на одну или несколько карт, при одновременной или попеременной подаче пульпы со стороны каждого из откосов карты должны ствечать указаниям проекта производства работ с обеспечением наибольшей эффективности процесса намыва.

Для грунтов с низкой водоотдачей, когда требуется более 2-3 суток для консолидации намытого грунта, рационально выделять для одного земснаряда три карты намыва (на одной проводится укладка грунта, вторая находится в стадии водоотдачи, на третьей подготавливается обвалование).

6.9.3. При песках особо мелких, пылеватых, супесях и лессовых грунтах, по поверхности которых в процессе намыва невозможно перемещение строительных механизмов (торфяных кранов и другой болотной техники) намыв следует вести из выпусков в трубах распределительного пульпопровода, прокладываемого по гребню дамб попутного обвалования, отсыпанных из привозного грунта или грунта резервов, создаваемых при намыве нижних ярусов плотины на ее внешних откосах.

6.9.4. При намыве плотин с обоими принудительно формируемыми откосами землесосными снарядами и установками производительностью по воде 2500 $м^3$/ч и выше с устройством обвалования бульдозерами минимальная ширина гребня намывной части плотины согласно СНиП 2.06.05-84 п.3.21 и СНиП 3.02.02-87 п.5.33 составляет не менее 20 м. При необходимости возведения плотин с меньшей шириной гребн. ее верхнюю часть отсыпают насухо с возможным использованием грунта намытых резервов.

6.9.5. Крутизну внешних откосов плотины с учетом характеристик

грунта основания и тела сооружения следует выдерживать в пределах, указанных в СНиП 2.06.05-84, п.3.18, если в проекте плотины и организации строительства не обоснованы другие значения. Предельная крутизна откосов плотин высотой от 6-8 м не должна быть больше установленной в СНиП 3.02.01-87, п.5.24.

6.9.6. Намыв следует начинать с заполнения грунтом самых низких участков основания, впадин или траншей, отрытых в основании для дренажных устройств. Намыв указанных понижений следует производить пионерно-торцевым способом с отжатием мелких некондиционных фракций грунта к постоянным или временным водоприемным сооружениям (колодцам) или с вытеснением их за пределы площади основания плотины. При кругооборотном водоснабжении гидромеханизированных работ должны быть приняты меры по недопущению повторного попадания на карту намыва отмываемых частиц грунта и их отложения в понижениях.

6.9.7. После выравнивания основания карты формируют путем послойного намыва с верховой и низовой стороны призмы грунта с уклоном их поверхностей ("пляжи намыва") к оси плотины. При безэстакадном намыве величину уклона пляжа следует принимать по п.6.8.7, табл.13, при намыве из отдельных выпусков в трубах распределительного пульпопровода - по данным табл.14 (для землеснарядов и установок производительностью по воде 4000 $м^3$/ч).

Таблица 14

Вид грунта	Уклон откоса
Песок пылеватый с содержанием фракций мельче 0,1 мм более 75%	1:40-1:30
Песок мелкий	1:25
Песок средней крупности	1:15
Песок крупный	1:10
Песок гравелистый	1:8-1:6

6.9.8. Внутренние призмы на картах намыва со стороны обоих бьефов наращивают симметрично, однако при намыве мелких и пылеватых песков отметки поверхности низовой призмы поддерживают в среднем на 0,2-0,3 м выше отметок верховой призмы.

6.9.9. Порядок отсыпки попутного обвалования из намытого грунта, наращивания и разборки распределительных пульпопроводов при намыве плотин с обоими принудительно формируемыми откосами принимают по указаниям в параграфах 6.5 и 6.6 настоящего пособия. Дамбы попутного обвалования из привозного грунта отсыпают послойно с уплотнением до значений плотности сухого грунта, принятой для тела намывного сооружения.

6.9.10. В процессе укладки грунта следует обеспечивать более высокие отметки (на 0,3-0,5 м) по торцам и, главное, углам карты намыва с целью недопущения отжима прудка в эти места.

6.9.11. Прудок при намыве однородных плотин является проточным технологическим. При начале намыва очередного слоя грунта ширину и глубину прудка следует отрегулировать путем изменения водосливного фронта водосбросных колодцев (наращиванием шандор или обечаек на вертикальных трубчатых стояках). При этом нельзя допускать, с одной стороны, выхода пруда за пределы установленных границ с отложением на пляжах плотины мелких некондиционных частиц грунта, а с другой - чрезмерного сужения прудка и, вследствие этого, повышенного сброса грунта через водосбросные устройства. К окончанию намыва слоя прудок должен вытеснятьоя грунтом и откосы [illegible]. После прекращения намыва каждого слоя прудок следует полностью сбрасывать.

6.9.12. Прудок располагают в центре карты намыва, обычно в пределах 1/3 ее ширины. В начальный период намыва, до того, как будут сформированы призмы грунта с обеих сторон карты и создан

необходимый напор над приемными отверстиями водосбросны.. колодцев, прудок может занимать большую площадь карты, удерживаясь дамбами первичного сбвалования. При этом необходимость доуплотнения такого слоя грунта, рыхло намытого в основном под воду, определяется проектом и техническими условиями.

При намыве верхних слоев узкопрофильных плотин, когда ширина карты резко сокращается, прудок в начале намыва слоя может быть доведен до подошвы дамбы попутного обвалования. Во всех остальных случаях прудок не должен даже на короткое время подходить к обвалованию.

6.9.13. При ширине карты менее 60-50 м с целью сокращения потерь грунта, сбрасываемого с осветленной водой, ближайший к выпуску пульпы из распределительного пульпопровода колодец временно зашандоривают, а отвод воды осуществляют через колодец, находящийся на противоположной части карты.

6.9.14. Верхние яруса плотины у гребня шириной менее 35-30 м (обычно выше отметки НПУ) допускается намывать при прокладке распределительного пульпопровода в одну нитку, попеременно влево или вправо в 2-3 м от оси, по которой расположены водосбросные колодцы.

6.9.15. Торцевые откосы карт намыва однородных плотин формируют путем устройства поперечных дамб обвалования преимущественно из намытого грунта. При сопряжении смежных карт необходимо производить смыв и переработку струек пульпы недостаточно плотного грунта поперечного обвалования ранее намытой карты.

При намыве с эстакад или расположении распределительных пульпопроводов на продольном обваловании в торце ранее намытой карты выполняют штабы до плотного грунта согласно указаниям в проекте производства работ.

При сопряжении карт намыва однородной плотины с опережением по высоте одной из них более, чем на 5 м, максимальная крутизна торцевого откоса должна отвечать принятой в проекте производства работ.

6.9.16. В процессе намыва нельзя допускать создания застойных зон на поверхности карты намыва: отдельных изолированных понижений, выемок, оставшихся при устройстве попутного обвалования и т.п., где могут откладываться глинистые и пылеватые частицы, другой некондиционный грунт. При образовании таких линз площадью свыше 12-15 $м^2$ для карты шириной намыва более 50 м и 5-7 $м^2$ при меньшей ширине такие прослойки должны быть удалены или разрушены и сдвинуты к оси карты, в пределы до 1/3-1/4 ее ширины.

В радиусе 2-3 м от колодцев отложения мелких частиц грунта допускаются без ограничения.

6.9.17. На поверхности карты намыва не следует допускать скоплений остатков растительности, корней, щепы и т.п., а также окатанных комьев глины и суглинков (окатышей) в виде сплошного слоя. Окатыши подлежат сдвижке к середине карты с возможным оставлением одиночных окатышей или их небольших групп, находящихся на расстоянии не менее 5-7 диаметров друг от друга.

6.9.18. При сезонном или другом длительном перерыве (более трех месяцев) при намыве карты ее поверхность должна быть приведена в состояние, исключающее скопление воды, а колодцы - ограждены и защищены от попадания в них песка.

6.9.19. Положение откосов и берм плотины с принудительно формируемыми откосами должно полностью совпадать с профилем, установленным в проекте производства работ. Этот профиль обычно не совпадает с проектным профилем плотины, так как учитываются технологические особенности намыва (размещение дамб обвалования), запасы на срезку поверхностного недостаточно плотного грунта в зоне крепления откосов и части рыхлого грунта обвалования.

В процессе работ должны строго выдерживаться расстояние от оси сооружения до оси дамбы обвалования и подошвы ее внешнего откоса на соответствующих отметках карты намыва.

6.9.20. Недомывы по отношению к профилю, установленному в проекте производства работ, не допускаются. Предельная разрешаемая величина технологического перемыва согласно СНиП 3.02.01-87 п.5.40, табл.13 составляет: для землесосных снарядов производительностью по воде до 2500 $м^3$/час - в среднем до 0,2 м по нормали к откосу и для земснарядов (землесосных установок) большей производительности - 0,4 м.

Допускаемый перемыв по гребню плотины - соответственно в среднем 0,1 и 0,2 м.

6.9.21. После завершения намыва водосбросные системы в пределах карты тампонируют согласно указаниям в проекте организации строительства. Сбросные трубопроводы и колодцы в плотинах, как правило, заполняют цементным (цементно-песчаным) раствором.

6.9.22. Срезку и планировку грунта с доведением откосов до проектного профиля плотины (с включением объема допускаемого технологического перемыва) выполняют по отдельному проекту производства работ, входящему в состав рабочей документации на крепление откосов, устройство дренажа и отделочные работы по плотине. В этом проекте следует предусмотреть удаление или планировку (в случаях, когда это необходимо) некачественного грунта дамб первичного обвалования, находящегося за профилем намытого сооружения.

6.10. Технология намыва неоднородных плотин

6.10.1. Для намыва неоднородных плотин следует использовать грунты с высокой степенью неоднородности гранулометрического сос-

тава $C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ в диапазоне групп I-У по графику характеристик грунта, пригодных для намыва плотин (СНиП 2.06.05-84 п.3.9, черт.5). Условиями, ограничивающими применение отдельных видов грунта для намыва, являются:

предельное содержание глинистых фракций в ядре плотины; согласно названного СНиПа частиц размером $d \leqslant 0{,}005$ мм должно быть в нем, как правило, не свыше 20%. При специальном обосновании количество таких частиц может быть повышено[x];

размеры крупных включений в грунте (валунов, конгломератов и т.п.), превышающие проходные сечения в рабочих органах оборудования гидромеханизации[xx].

6.10.2. По конструкции полностью намывные неоднородные плотины подразделяются на:

плотины с боковыми зонами (призмами) из гравийно-галечникового или гравийного грунта, промежуточными зонами из песчаного грунта и ядра, состоящего из грунта мелко-песчаных фракций, пылеватых и глинистых частиц. Ширину ядра следует назначать в пределах не более 10-20% общей ширины профиля плотины. Общее содержание песчаных частиц в грунте этих плотин должно быть не менее 25-30%;

плотины с боковыми зонами из гравийного (галечникового) грунта, обуженными (в пределах до 20% ширины профиля) песчаными промежуточными зонами и центральной противофильтрационной зоной из грунта мелкопесчаных фракций, супеси и суглинка. Ширина центральной зоны в данном случае не должна превышать 25%, содержание глинистых частиц (менее 0,005 мм) в ней - не более 10% (в среднем);

---

x) В практике проектирования и строительства отечественными организациями имело место возведение крупной намывной плотины с содержанием частиц менее 0,005 мм в ядре 26%.

xx) Применение новых технических средств в гидромеханизации (землесосных снарядов с дражным грунтозаборным устройством, шлюзовых питателей, породо-спусков и др.) позволяет осуществлять гидротранспорт и намыв грунта с включениями размером до 400 мм.

плотины с песчано-гравийными боковыми зонами и центральной зоной из мелкопесчаного грунта и частично супеси, с размером этой зоны в пределах 20-35% ширины профиля плотины на данной высоте;

плотины с боковыми зонами из песка преимущественно фракций крупнее 0,25 мм и центральной "отощенной" зоной в пределах 30% ширины профиля, в ней преобладающей является фракция песка 0,25-0,I мм, помимо этого до 20-30% составляют фракции с размером частиц 0,I-0,0I мм. Плотины с отощенной зоной технически возможно намывать при степени неоднородности гранулометрического состава карьерного грунта $C_u \geqslant 2,5$.

6.I0.3. Намыв неоднородной плотины должен проводиться по двусторонней схеме раскладки распределительных пульпопроводов при одновременном или посчередном выпуске пульпы со стороны внешнего края обоих внутренних откосов (пляжей) плотины, но при обязательном постоянном поддержании пруда в центральной части плотины и симметричным наращиванием по высоте боковых зон плотины. На состав грунта в ядре (центральной зоне) и величину отмыва наиболее мелких некондиционных частиц определяющее влияние оказывают размеры пруда, режим изменения его ширины и глубины и управление работой водосбросных устройств (колодцев) при отводе осветленной воды.

6.I0.4. Размеры внутренних зон плотины и геотехнические характеристики грунта каждой зоны, зависящие преимущественно от фактического состава карьерного грунта и технологических особенностей производства работ, подлежат уточнению в ходе опытного намыва, предусмотренного п.6.I.8 настоящего пособия, или же при возведении плотины в первый период строительства.

6.I0.5. На карте намыва должны быть выставлены створные знаки (вехи), обозначающие:

ось плотины;

границы ядра (центральной зоны);

предельные, внутреннюю и внешнюю, границы прудка.

Вехи каждого створа должны иметь соответствующие обозначения или быть разного цвета.

6.10.6. Границы предельного положения прудка на карте намыва следует устанавливать по указаниям в проекте производства работ в 5-10 м во внешнюю и во внутреннюю стороны от границы ядра на данной отметке очередного слоя намыва. В общем случае ширина прудка плотин с пылевато-суглинистым ядром не должна превышать 25-35% ширины профиля и плотин с центральной мелкопесчаной зоной - соответственно 40-50%.

В процессе намыва прудок, как правило, должен находиться только в пределах установленных границ.

6.10.7. При намыве неоднородных плотин выпуск пульпы из распределительного пульпопровода осуществляют перпендикулярно урезу прудка. Не следует допускать сосредоточенных потоков пульпы к прудку с размывом пляжей и сносом в него крупных частиц грунта. При безэстакадном способе намыва во избежание таких потоков следует манипулировать концевой трубой пульпопровода.

6.10.8. При падении уровня прудка ниже установленного для данного слоя намыва или произвольном спуске его при перерывах в работе прудок до возобновления намыва должен быть заполнен водой с доведением до проектных границ. Для этого к урезу прудка подводят распределительный пульпопровод и по нему производят закачку воды.

Во избежание смыва крупнозернистого грунта с призм в прудок не допускается заполнение прудка водой из пульпопроводов, проложенных вдоль обвалования карты намыва.

6.10.9. В случаях, когда гранулометрический состав карьерного грунта отличается от принятого в проекте, вследствие чего фактические характеристики грунта по зонам и размеры зон начинают от-

клоняться от проектных, следует временно изменить принятый в проекте производства работ технологический режим намыва с целью нормализации состава грунта и ширины зон в плотине. Изменения ражима включают:

6.10.9.1. Увеличение или уменьшение проектной ширины прудка может быть предпринято только по решению главного инженера строительного подразделения, согласованному с представителями проектных организаций и службой геотехнического контроля.

При изменении границ прудка нельзя допускать, с одной стороны отложения глинистых и пылеватых частиц в виде прослоек на поверхности промежуточной и боковой зон плотины, с другой - дефицита грунта в ядре (центральной зоне), при котором глубина прудка увеличивается и превышает предельную, указанную в технических условиях (обычно 1,5-2 м).

6.10.9.2. Сосредоточенная подача грунта на участок карты при недостатке здесь определенных фракций грунта. На этот участок предварительно (без подачи пульпы) прокладываются трубы распределительного пульпопровода, после чего проводится намыв с обогащением прилегающей части пляжа и прудковой зоны необходимым материалом. При необходимости ось укладки пульпопровода может быть смещена от обвалования в сторону центра карты и проложена, например, вдоль границы между боковой и промежуточной зонами.

6.10.9.3. Маневрирование поступлением из прудка осветляемой воды в сбросные колодцы:

а) при необходимости повысить сброс мельчайших глинистых частиц необходимо полностью раскрывать сливной фронт колодца, ближайшего к участку пляжа, где в данное время проводится выпуск пульпы; колодец на противоположном конце карты должен быть при этом полностью запандорен;

б) в других случаях, когда необходимо обогатить грунт в ядре мелким материалом, следует со~давать условия максимального отстоя частиц в прудке со сбросом осветляемой воды через отдаленный от фронта намыва колодец.

6.10.10. При намыве плотин с обуженными промежуточными зонами, когда в исходном : унте нет достаточного количества песчаных фракций, необходимо применять технологию попеременного расширения и сужения прудка с целью максимального насыщения песком участка внутреннего откоса плотины, где должна быть сформирована промежуточная зона. Технологические приемы могут быть различными и должны отрабатываться в начале производства работ с последующим закреплением в технических условиях. Наиболее целесообразно начинать намыв очередного слоя при расширенном прудке до 45-50% ширины карты с вытеснением его до 30% ширины при окончании намыва или же проводить поочередный намыв слоев с шириной прудка 30 и 50%. Маневрирование шириной прудка должно проводиться с учетом обязательного сброса через водосбросные колодцы мелких частиц грунта сверх допускаемых по техническим условиям в зоне ядра плотины. Вести намыв разрешается из предварительно смонтированного распределительного пульпопровода с постепенной разборкой раструбных труб.

6.10.11. В случае отложения в прудке с выходом в зону ядра языков песчаного грунта они подлежат удалению с использованием экскаватора-драглайна либо небольшой плавучей землесосной установки или же путем перемешивания винтом моторной лодки песчаного грунта с находящимися во взвешенном состоянии пылевато-глинистыми фракциями.

6.10.12. Пространство между стенками шандорного водосбросного колодца и трубчатым стояком в нем для всех видов плотин с ядром и плотин с центральной зоной из грунта, который легко поддается размыву, заполняют песком и через 2.5-3 м по высоте пригружают слоем

гравия (щебня).

6.10.13. Поперечное и торцевое обвалование карт намыва неоднородных плотин в зонах боковых и промежуточных призм следует отсыпать, как правило, из намытого грунта соответствующих зон, а в зоне ядра - из привозного грунта по гранулометрическому составу, соответствующему материалу ядра. Качеству устройства этого обвалования, учитывая наличие полуразжиженного грунта в ядре, следует уделять особое внимание в части соблюдения проектных габаритов и плотности отсыпки, сопряжение карт необходимо выполнять по специальным указаниям в проекте производства работ.

6.10.14. Максимальную крутизну откоса торцевого (поперечного) обвалования устанавливают расчетом в проекте организации строительства и выдерживают без превышения при производстве работ.

6.10.15. Продольное обвалование и формирование внешних откосов неоднородных плотин выполняют по правилам, изложенным в п.6.9 настоящего пособия. При отсыпке обвалования необходимо срезать с внутреннего откоса дамбы гребенки ("бахрому" , оставшиеся от прохода бульдозеров, чтобы избежать отложения в этих местах мелкозема. Не допускается образование на пляжных откосах обратных уклонов в сторону обвалования.

6.10.16. Ширина гребня намывной части плотины с ядром с учетом необходимой длины внутреннего откоса для гидравлического фракционирования грунта составляет не менее 70 м и плотины с центральной противофильтрационной зоной - 50 м.

6.10.17. При намыве неоднородных плотин из двух карьеров с различными по гранулометрическому составу грунтами следует применять технологию укладки грунта из трех распределительных пульпопроводов, при этом гравийно-песчаный грунт или крупный песок с гравием направляются в боковые зоны и одновременно мелкий или пы-

лебатый песок или супесь из другого карьера - в центральную зону.

6.10.18. К неоднородным относятся плотины комбинированного типа грунт в профиле которых в одних частях (зонах) отсыпается и в ругих - намывается. В связи с разнообразием конструкций таких плотин технология намыва в каждом случае решается индивидуально.

6.10.19. При строительстве комбинированным способом плотины с ядром, возводимым сухой отсыпкой, должны обеспечиваться мероприятия, исключающие размыв грунтов ядра и замыв мелкими частицами переходных зон и фильтров.

6.10.20. При намыве плотин с постоянным прудком доступ к колодцам должен обеспечиваться путем использования лодки, других плавучих средств или прочно закрепленных мостков.

6.11. Интенсивность намыва плотин

6.11.1. Предельная интенсивность наращивания плотин при намыве должна устанавливаться с учетом водоотдачи укладываемого в сооружения грунта, инфильтрации из прудка и поверхностных слоев намыва, а также фильтрационной способности грунта основания. Условием ограничения интенсивности намыва являются заметные выходы фильтрационной воды на откосы и начинающееся оползание откосов.

6.11.2. Ориентировочно допустимую интенсивность намыва песчаного грунта в плотине, возводимой двусторонним способом, в среднем за период намыва карты следует принимать по табл.15.

В ходе намывных работ указанные значения предельной интенсивности следует корректировать с учетом указанного в п.6.11.1.

6.11.3. При намыве слабоконсолидирующихся грунтов (лессовых, супесчаных и суглинистых) после подачи грунта в очередной слой необходимо делать перерыв для водоотдачи и уплотнения грунта с

Таблица I5

Грунты, намытые в плотину	Интенсивность намыва, м/сут при грунтах основания:	
	маловодопроницаемых	сильно водопроницаемых
Пески мелкие и пылеватые	0,2-0,4	0,4-0,6
Пески средней крупности	0,4-0,6	0,6-0,8
Пески крупные и гравелистые	0,6-I,0	0,8-I,5
Гравийный грунт	I,2-I,8	I,5-2,0

переключением намыва на другую карту. Перерывы могут составлять до I-3 суток при намыве супесей и лессовых грунтов и быть более продолжительными при укладке суглинков.

6.II.4. Предельная интенсивность намыва плотин с ядром устанавливается с учетом скорости консолидации глинистых грунтов.

6.II.5. Для повышения интенсивности намыва и ускорения отвода воды из тела сооружения следует применять временные водопонижающие устройства (иглофильтры, строительные керамические или керамзитовые дренажи и т.п.), что должно быть соответствующе обосновано в проекте организации строительства.

6.I2. Замыв пазух

6.I2.I. Пазухи следует замывать грунтом, соответствующим намытому в прилегающие сооружения из грунтовых материалов.

6.I2.2. Замыв пазух, имеющих вид котлованов, полностью заполняемых водой с начала намывной укладки грунта в них, следует проводить по пионерно-торцевой схеме с выходом грунта из воды на наибольшую высоту, соответствующую указаниям п.II обязательного

прил.9 настоящего пособия, и быстрым наращиванием распределительного пульпопровода в сторону водосбросного приемника (колодца или откачивающей земснарядной станции). При этом необходимо обеспечивать отжатие и отмыв со сбросной водой мелких частиц в количестве, установленном техническими условиями на заполнение пазухи грунтом.

При намыве подводной части пазух песчаным грунтом необходимо обеспечивать относительно равномерное его распределение по гранулометрическому составу с возможным повышением крупности материала в низовой зоне.

6.12.3. Надводную часть пазух, заполняемых песчаным однородным грунтом, следует замывать слоями до 1,5 м при прокладке распределительного пульпопровода вдоль подошвы торцевого откоса ранее намытого участка грунтовой плотины. Грунт при этом примывается к стенкам и устоям бетонных сооружений, прудок поддерживают в минимальном размере и сбрасывают сразу по окончании намыва слоя.

6.12.4. При необходимости замыва надводной части пазух с созданием путем гидравлического фракционирования грунта центральной зоны из отощенного или мелкопесчаного материала технология намывных работ соответствует принятой для аналогичного вида плотин. Водосбросное устройство (колодец или откачивающая станция) размещают на оси сооружений, намыв следует вести послойно с раскладкой распределительных пульпопроводов по двухсторонней схеме (со стороны верхнего и нижнего бьефов).

Временный технологический прудок следует поддерживать в границах указанной зоны и сбрасывать после окончания намыва каждого слоя.

6.12.5. В случае, когда грунт при заполнении пазух должен распределяться по зонам, соответствующим конструкции неоднородной

плотины с ядром, подачу пульпы проводят в порядке, указанном в п.6.II.4, но прудок следует поддерживать постоянным. Он не должен выходить из границ, как правило, превышающих I0-I5% установленной ширины ядра на данном ярусе намыва.

6.I2.6. При замыве пазухи, пересекаемой бетонной или шпунтовой стенкой, сопрягающей плотину из грунтовых материалов с бетонными сооружениями, грунт и прудки с обеих сторон стенки в течение всего периода намыва должны находиться на одинаковом уровне. С целью выравнивания уровня воды в бетонные стенки необходимо закладывать через 2 м по высоте в шахматном порядке перепускные трубы, а в шпунтовой стенке - вырезать окна. После подмыва грунта к отверстиям последние подлежат заделке с составлением акта на скрытые работы. Трубы заполняются цементно-песчаным раствором, окна в шпунте заделывают.

Выравнивание уровней прудков можно также обеспечить при устройстве по обе стороны стенки в пазухе сбросных колодцев, устанавливаемых обычно на одном водосбросном трубопровода.

При замыве пазух указанного типа на стенках с обеих сторон или колодцах должна быть нанесена разметка с делениями не реже, чем через 0,2 м с привязкой к общему нулю.

6.I2.7. Замыв пазух может производиться только при наличии в проектной документации данных о выполненной проверке статической устойчивости бетона и металлических конструктивных элементов сооружений (стенок, устоев и т.п.) при заполнении пазух водой и при воздействии разжиженного грунта.

6.I2.8. При замыве пазух с особой тщательностью следует выполнять указания проекта производства работ о толщине слоев укладки грунта, режиме поддержания и порядке наращивания прудка, организации сброса осветленной воды, а также проводить наблюдения

за состоянием сооружений, к которым примыкается грунт. Состав и периодичность контрольных наблюдений должна быть предусмотрены в специальном разделе проекта производства работ.

6.I3. Уплотнение намытого грунта

6.I3.I. Уплотнение намытого песчаного грунта следует осуществлять при специальном техническом и экономическом обосновании в проектах сооружения и организации строительства. Элементы технологии уплотнения в каждом отдельном случае должны быть определены на опытных работах в условиях, максимально приближенных к производственным.

6.I3.2. Уложенный под воду грунт допускается уплотнять до глубины 35-40 м при последовательном намыве и уплотнении песка слоями не свыше I5 м. Для уплотнения следует использовать цилиндрические глубинные гидровибраторы ВНИИСтройдормаша с горизонтальным возмущающим моментом, радиусом действия 2,5-3,5 м.

6.I3.3. Находящийся под водой грунт с глубины 4-7 м следует уплотнять пакетами гидровибраторов, подвешенных на портале специальной плавучей установки с расстоянием между отдельными вибраторами, соответствующим принятой сетке уплотнения.

6.I3.4. Верхний слой намытого под воду грунта с выходом его на поверхность на высоту I,5-2 м, а также полностью водонасыщенные пески в надводной части плотины при слое до 6 м следует уплотнять указанным выше вибратором подвешенными к гусеничному крану. Уплотнение этим способом намытого надводного грунта следует проводить, как исключение, в стесненных узких местах, где невозможно применение более производительной техники.

6.I3.5. При глубинном виброуплотнении для установления оптимальных показателей уплотнения грунта (выражаемых в абсолютных

или относительных значениях повышения плотности сухого грунта или же в величине осадки на I м намытой толщи) подлежат определению при опытах следующие элементы технологического режима: сетка уплотнения, интервалы глубины опускания вибратора после установки на вибрирование, продолжительность цикла уплотнения, расход и напор подаваемой в вибратор воды.

6.I3.6. Уплотнение грунта в надводной части плотины следует, как правило, выполнять виброкатками или строительными тракторами непосредственно после намыва очередного слоя грунта, соответствующего слою уплотнения. Толщина слоев и число проходов уплотняющих машин должны быть приняты по данным опытного уплотнения.

7. ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО ВОЗВЕДЕНИЮ ПЛОТИН В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

7.I. Разработка грунта в выемках и карьерах

7.I.I. Способ подготовки грунта к разработке в зимний период[x)]

Выбирают и обосновывают в зависимости от объемов работ, подлежащих выполнению в зимних условиях, сроков их выполнения и наличия машин и механизмов.

При этом следует руководствоваться следующими принципиальными положениями:

а) в случае, когда разрабатываемый в зимнее время мерзлый грунт полезных выемок идет в отвал, способы подготовки мерзлого грунта к разработке должны обеспечивать возможность работы землеройных или землеройно-транспортных машин и, выполнения специальных требований, за исключением ограничения размеров негабаритов мерзлого грунта, не предъявляются. Дополнительные затраты, связанные с подготовкой мерзлого грунта к разработке, определяются в соответствии со СНиП IУ-7-82 (НДЗ-84);

б) в случае, когда разрабатываемый грунт предназначен для укладки в насыпь в зимних условиях, необходимо принимать меры к предотвращению его от промерзания, создавать достаточные запасы талого грунта с теплосодержанием, обеспечивающим их талое состояние (т.е. с положительной температурой) до завершения процесса уплотнения;

в) объемы работ, выполняемые ежемесячно по укладке связных грунтов в зимний период, определяются календарным графиком строительства.

---

x) Целесообразность работ по возведению плотин из грунтовых материалов в зимних условиях должна быть экономически обоснована.

7.I.2. Подготовку мерзлых грунтов к разработке следует производить путем их рыхления буровзрывным способом, резанием, сколом и т.д. Рыхление и разработку мерзлых грунтов при малых объемах следует производить с примонением баровых и дискофрезных машин, роторных, цепных и др. экскаваторов.

7.I.3. При рыхлении мерзлого грунта негабаритными считаются куски, наибольший размер которых превышает:

2/3 ширины ковша экскаватора, оборудованного прямой или обратной лопатой;

I/2 ширины ковша экскаватора, оборудованного драглайном;

2/3 наибольшей конструктивной глубины копания для скреперов;

I/2 высоты отвала для бульдозеров и грейдеров;

I/2 ширины кузова и по массе половины паспортной грузоподъемности транспортных средств.

7.I.4. На основании прогнозируемой глубины промерзания вскрытой полезной толщи карьеров к концу каждого рассматриваемого периода определяется баланс теплосодержания разрабатываемого и укладываемого грунта с учетом теплообмена мерзлой и талой толщи карьера, потерь тепла при разработке, транспортировке и укладке грунта в насыпь в зависимости от среднесуточных температур наружного воздуха.

При этом теплосодержание грунта, определяемое по его исходной температурой (Т) в карьере, должно соответствовать зависимости:

$$T \geq \Delta t_p + \Delta t_{тр} + \Delta t_у$$

где Δt_p , $\Delta t_{тр}$, $\Delta t_у$ - соответственно потери тепла грунтом при разработке, транспортировании и укладке.

Потери температуры грунтом при разработке и укладке ориентировочно составляют I,5-4,0°С в зависимости от интенсивности укладки

Потери температуры при транспортировке до 4 км составляют от 0,5 до 1^0С на 1 км пути. Кузов автосамосвала должен иметь двойную обшивку и обогреваться отработанными газами. При ветре до 3 м/с грунт в кузове автосамосвала укрывают брезентом.

Температура грунта на месте укладки должна быть не ниже $+2,5 \div +3,5^0$С.

Если по данным расчетов или выполнения опытных работ эти условия не соблюдаются, то следует предусмотреть мероприятия по увеличению теплосодержания разрабатываемого в зимний период грунта. К таким мероприятиям относятся:

применение активных и пассивных методов теплозащиты для уменьшения глубины промерзания грунта;

предварительное в теплое время года складирование грунта в бурты зимнего хранения и укладки;

применение электродного электропрогрева;

применение химических способов борьбы со смерзаемостью разрабатываемого грунта;

сочетание тепловой и химической мелиорации грунтов.

7.1.5. При малой мощности полезной толщи связного грунта в карьере или при необходимости снижения его влажности перед укладкой, грунт заготавливают в летний период в бурты, объем которых должен обеспечить потребность при ведении работ в зимний период.

Поверхность таких буртов защищают от промерзания (рыхлением, покрытием теплоизолирующими материалами, химической обработкой и другими средствами). Перед разработкой бурта поверхностный слой необходимо отогреть электропрогревом, что обеспечивает также повышение исходной температуры грунта.

7.1.6. Песчаные и песчано-гравийные грунты, разрабатываемые из-под воды и предназначенные для зимней укладки в насыпь, также следует в летний период складировать в бурты для их обезвоживания.

7.I.7 Общий объем связного грунта, предназначенного к разработке и укладке в зимнее время, определяют с учетом дополнительных (кроме указанных в СНиП 3.02.0I-87) потерь грунта на:

удаление мерзлого и охлажденного грунта - 5%;

удаление частично смерзшегося грунта - I,5%.

7.I.8. Грунты в карьере, подлежащие разработке в зимний период, защищают от промерзания устройством соответствующей теплоизоляции. Выбор способов и средств защиты от промерзания зависит от климатических условий и определяется на основе технико-экономического расчета. При продолжительных и суровых зимах в периферийные зоны буртов на глубину сезонного промерзания рекомендуется грунт укладывать с солевой обработкой.

7.I.9. На участках карьеров, предназначенных к разработке в зимнее время, вскрышные работы выполняют в теплое время года; обеспечивают водоотвод с поверхности карьерного пола и устраивают дренаж по контуру участка карьера.

7.I.I0. Участок карьера зимней разработки разбивают на отдельные блоки, разрабатываемые в календарные периоды (ноябрь-декабрь, январь-февраль и март-апрель), характеризующиеся температурными условиями и глубиной промерзания.

7.I.II. При химическом способе защиты грунта от промерзания на поверхность полезной толщи карьера заводят расчетное количество порошкообразной соли в зависимости от площади карты, толщины обрабатываемого слоя, определенной по прогнозируемой глубине промерзания.

7.I.I2. Для равномерного распределения соли по поверхности карьера применяют специальные машины типа пескоразбрасывателей Д-307, используемых в дорожно-эксплуатационной службе с организацией загрузочного пункта.

7.I.I3. После распределения соли по поверхности карьера грунт рыхлится рыхлителями или другими средствами на глубину обрабатываемого слоя для равномерного засоления грунта.

7.I.I4. После рыхления грунта поверхность участка планируют бульдозером с приданием уклона и прикатывают тракторами за I-2 прохода для обеспечения стока поверхностных вод.

7.I.I5. Расход электроэнергии на электропрогрев I $м^3$ грунта поверхностного слоя бурта (карьера) ориентировочно принимают из расчета 20 кВт.ч/$м^3$ в засоленном верхнем слое и - 40 кВт.ч/$м^3$ в незасоленном. Однако, эти значения уточняются по результатам опытного прогрева.

Прогреву подлежит слой мерзлого грунта и нижележащий талый грунт на глубину 0,5 м ниже границы промерзания.

7.I.I6. Не допускается засоление грунтов с расходом соли свыше 20% от массы воды, содержащейся в грунте, в случаях, когда это противоречит требованиям нормативных документов и государственных стандартов по охране природы.

7.I.I7. Укрытие грунта теплоизоляционными материалами следует производить по площади, ограниченной контуром разрабатываемого блока с запасом с каждой стороны, равным глубине промерзания грунта в естественных условиях к планируемому моменту разработки.

При продолжительных перерывах в разработке карьера, вызванных метеорологическими условиями или технологией ведения работ, объем грунта, подлежащий удалению вследствие его вторичного охлаждения и промерзания, определяется дополнительно.

7.I.I8. Наиболее эффективно при электропрогреве грунта напряжение 380 и I000 В. Допускается электропрогрев грунта напряжением до 6000 В при условии согласования проекта производства работ с органами энергонадзора и обеспечения безопасности ведения

работ в соответствии со СНиП 2.01.02-85 "Техника безопасности в строительстве" и правилами эксплуатации электрических установок (ПЭЭУ).

7.2. Укладка связных грунтов в зимних условиях

7.2.1. В том случае, когда промерзание грунта основания не допускается, укладку грунта в плотину следует производить непосредственно вслед за разработкой выемок (подготовкой основания) или предохранять соответствующие участки основания от промерзания путем оставления недоборов грунта или устройства теплоизоляции. Величина недоборов и толщина теплоизолирующего слоя должны назначаться в проекте производства работ с учетом средней многолетней глубины промерзания грунта на планируемый период работ, а также с учетом ожидаемой продолжительности перерыва между разработкой выемки и возведением плотины.

7.2.2. При транспортировании талых грунтов в зимний период следует принимать меры по уменьшению теплопотерь перевозимого грунта и предотвращению его примерзания к поверхности кузова транспортных средств (обогрев кузова выхлопными газами, укрытие утепляющими покрывалами, смазывание поверхностей кузова растворами солей или другими незамерзающими смазками и т.д.).

7.2.3. Укладка в зимнее время в плотины скальных, щебенистых, гравийно-галечниковых и песчаных маловлажных грунтов, не смерзающихся в процессе их уплотнения, производится по летней технологии с некоторым увеличением продолжительности уплотнения. Режим уплотнения сыпучих грунтов в зимнее время уточняется в процессе производства работ.

7.2.4. Укладка влажных несвязных грунтов и крупнообломочных грунтов с влажным заполнителем, содержащих более 20% мелкозема,

производится по той же технологии, что и связных грунтов. Допускается промерзание уплотненных грунтов, не подверженных пучению.

7.2.5. Укладку связных грунтов в зимнее время разрешается вести при температуре наружного воздуха до минус 20°С, а при соответствующем технико-экономическом обосновании и до минус 40°С. При этом для определения технологических параметров укладки связных грунтов в зависимости от объемов выполняемых работ можно руководствоваться не среднесуточной температурой наружного воздуха, а минимальной температурой, зафиксированной в течение суток.

7.2.6. Укладку связных грунтов при отрицательных температурах наружного воздуха до минус 5°С рекомендуется вести по летней технологии с максимально возможной интенсивностью, при которой грунт в карьере и на карте укладки не успевает смерзаться до завершения процесса уплотнения.

7.2.7. Укладку связных грунтов при отрицательных температурах наружного воздуха ниже минус 5°С рекомендуется вести одним из следующих способов:

а) отсыпкой грунта в воду с выполнением мероприятий по созданию температурного режима прудка, обеспечивающего сохранение грунтом положительных температур и отсутствие льда на поверхности прудка;

б) с предварительным засолением всего объема укладываемого грунта до равновесных концентраций порового раствора, что обеспечивает незамерзание грунта до температуры минус 21°С при использовании хлористого натрия и при температуре до минус $40\text{–}50^{\circ}$ при использовании хлористого кальция;

в) с обработкой контактных зон укладываемых слоев талых грунтов концентрированными растворами солей хлоридов и тепловыми машинами;

г) способом гидромеханизации с выполнением специальных мероприятий.

Способ укладки связных грунтов в зимнее время принимается генеральной проектной организацией на основании технико-экономического сопоставления различных вариантов в зависимости от назначения плотин, физико-механических свойств грунтов и сроков строительства и согласовывается с подрядной организацией.

7.2.8. Из глинистых грунтов наиболее приемлемыми для зимней укладки являются грунты с влажностью, не превышающей границы раскатывания. Возможность укладки в зимнее время переувлажненных глинистых грунтов определяется на основании специальных исследований и дополнительных технико-экономических расчетов.

7.2.9. При укладке грунтов в зимнее время в насыпи и обратные засыпки следует выполнять следующие общие требования:

а) в грунте, укладываемом в напорное сооружение, количество мерзлых комьев грунта не должно превышать 5% от общего объема укладываемого грунта. Размер мерзлых комьев не должен превышать 2/3 толщины уплотняемого слоя;

б) наличие снега и льда в насыпях и обратных засыпках не допускается. Укладку грунта во время сильных снегопадов и метелей следует прекращать. Занесенную снегом поверхность ранее уложенного грунта перед продолжением работ следует очищать от снега;

в) в процессе возведения насыпей в зимнее время на месте работ следует вести наблюдения за температурой воздуха и грунта, поступающего на карту, температурным режимом грунта в процессе укладки (в том числе за промерзанием слоев грунта), количеством мерзлых комьев, укладываемых в насыпь, количеством осадков, явлениями морозного пучения и трещинообразования грунта насыпи. Данные наблюдений заносятся в журнал производства работ;

г) вести наблюдение за общим состоянием насыпи как во время возведения, так и в весенне-летний период до полного оттаивания

грунта, особое внимание обращая на деформации откосов и насыпи в целом, ее температурный режим;

д) допускается промораживание укладываемого в насыпь глинистого грунта при условии, что уложенный грунт был уплотнен в талом состоянии до требуемой плотности.

7.2.10. При возведении грунтовых сооружений в зимнее время отделку и укрепление откосов следует относить на период после оттаивания грунтов, обеспечивая сохранность насыпи от разрушения талыми водами (устройство водоотвода, уборка снега с откосов и др.).

7.2.11. Основание под насыпи, возводимые в зимнее время, подготавливают заранее. При возведении насыпей на сильно пучинистых грунтах в районах с глубиной сезонного промерзания грунта более 1,5 м нижние слои насыпей (1,2-1,5 м) следует устраивать до наступления устойчивых отрицательных температур воздуха.

7.2.12. При формировании программы земляных работ на зимний период следует отдавать предпочтение устройству грунтовых сооружений или их конструктивных элементов из сухих песчаных, гравийно-галечниковых и скальных грунтов.

7.2.13. При возведении насыпей из глинистых грунтов в зимнее время методом отсыпки в воду рекомендуется:

а) при среднесуточной температуре наружного воздуха до минус 5^{0}С работы по отсыпке грунтов в воду вести по летней технологии без выполнения специальных мероприятий;

б) при температуре наружного воздуха от минус 5 до минус 30^{0}С отсыпку грунта вести по зимней технологии с выполнением дополнительных мероприятий по сохранению грунта с положительной температурой и с подачей в прудок воды, подогретой до 80^{0}С. Для снижения теплопотерь поверхность прудков укрывается плавающими плитками пенополистирола или другими теплоизоляционными материалами;

в) размеры карт при работе по зимней технологии назначать из условия недопущения перерыва в работе и завершения укладки грунта на карте в течение одного непрерывного цикла. Перед заполнением карт водой поверхность ранее уложенного слоя очищают от льда, снега, а в случае его промерзания обеспечивают оттаивание промерзшего слоя на глубину 2-3 см.

7.2.I4. Укладку предварительно засоленного грунта в зимнее время производят по летней технологии.

7.2.I5. Укладку связного грунта "насухо" ведут отсыпкой, так называемым, пионерным способом или способом "на себя" слоями толщиной в рыхлом состоянии 40-60 см с солевой и тепловой обработкой контактных зон слоев с соблюдением следующих требований:

а) при пионерном способе грунтовозный транспорт движется по укладываемому слою и доставленный автосамосвалами грунт выгружается на его бровку;

б) при отсыпке способом "на себя" грунтовозный транспорт движется по ранее отсыпанному слою и доставленный автосамосвалами грунт выгружается на его торец. При таком способе отсыпки создаются более благоприятные условия для сохранения температурного режима грунта;

в) отсыпанный грунт разравнивают бульдозером и сразу же не допуская промораживания его обрабатывают раствором хлоридов из специально оборудованной цистерны. Расход раствора составляет от I,5 до 3,5 $л/м^2$ при температурах наружного воздуха от минус I0 до минус 40^0С соответственно;

г)общая продолжительность цикла обработки грунта на карте (приемка, разравнивание, обработка хлоридами и уплотнение) не должна превышать I-3 часов при температуре наружного воздуха соответственно от минус 40 до минус 5^0С. Не допускается устройство перерывов в ходе отсыпки и уплотнения грунта, а также оставление на карте

укладки не распланированного и не уплотненного грунта;

д) в случае вынужденных перерывов продолжительностью более 1-2 часов кромка уплотненного слся должна быть спланирована с плавным (не круче 1:5) переходом к нижележащему слою, уплотнена и повторно обработана хлоридами. При возобновлении работ с поверхности карт следует удалить снег, лед и мерзлый комковатый грунт, а при необходимости промороженную корку прогреть тепловыми машинами.

7.3. Организация и технология намыва плотин в зимних условиях

7.3.1. Намыв плотин в зимних условиях осуществляют по специальному проекту производства работ или по соответствующему разделу общего ППР, составленных с учетом особых условий производства работ. Должны быть разработаны мероприятия, обеспечивающие качество возводимых сооружений, предусмотрены резервные карты и дополнительное вспомогательное оборудование.

7.3.2. При зимних работах карьеры грунтов должны быть максимально приближены к намываемым сооружениям.

7.3.3. Возведение плотин способом гидромеханизации производят с соблюдением следующих основных положений;

а) на плотинах, намыв которых был прекращен поздней зимой, работы по наращиванию возобновляют в следующем сезоне в последнюю очередь после оттаивания поверхностного слоя на установленную теплотехническими расчетами глубину;

б) на плотинах, намыв которых был прекращен осенью и произошла водоотдача при существенно меньшем промораживании грунта за зимний период, работы по наращиванию возобновляют ранней весной при еще стрицательной среднесуточной температуре.

7.3.4. Намыв неоднородных плотин и дамб, возводимых при необходимости поддержания постоянного прудка, с наступлением среднесуточной отрицательной температуры наружного воздуха ниже минус 10^{0}С следует прекращать. При отрицательных температурах намыв однородных сооружений из песчаных грунтов может производиться по соответствующей технологии.

7.3.5. Способом гидромеханизации в зимних условиях следует разрабатывать только песчаные и песчано-гравийные грунты, не содержащие мощных (более 0,5-0,8 м) прослоек и линз глины и суглинка, не засоренные валунами, пнями и корнями деревьев. Для зимней разработки следует применять надводные забои наибольшей высоты и с ограниченным фронтом перемещения земснаряда в забое. С этой же целью карьеры выбирают с максимальной глубиной залегания песчаного грунта; при необходимости для их разработки используют земснаряды с удлиненным грунтозаборным устройством.

7.3.6. Разработку грунтов в карьерах гидромониторным способом в зимних условиях прекращают.

7.3.7. Поверхность карьеров, предназначенных для зимней выемки, должна быть предохранена от промораживания с применением снегозадержания, глубокой вспашки, утеплением сухой торфяной крошкой, нанесение защитных льдовоздушных или пенных покрытий. Выбор конкретных способов теплозащиты обосновывают технико-экономическими расчетами.

В отдельных случаях в зимних условиях целесообразно разрабатывать карьеры, кровля которых представлена незамерзающим болотно-торфяным слоем.

7.3.8. Для зимних работ предпочтительно выбирать замкнутые карьеры с понижением уровня воды и подпиткой относительно теплыми грунтовыми водами.

На русловых и других открытых акваториях работа земснарядов зимой преимущественно должна проводиться на незамерзающих участках водотоков, в районах турбулентного потока, ниже сбросных каналов ГЭС или там, где может быть обеспечено поступление теплой воды от циркуляционных систем ТЭС и АЭС.

7.3.9. Намыв резервов (штабелей) грунта, предназначенных для зимней разработки с укладкой грунта в намывные плотины, производят на тщательно расчищенную поверхность с удалением растительного слоя, древесины, кустарника, пней и корней деревьев.

7.3.10. На магистральных пульпопроводах в наиболее низких точках устанавливают спускные шиберные задвижки.

В отдельных случаях в соответствии с ППР осуществляют теплоизоляцию пульпопроводов.

7.3.11. Рабочие помещения землесосных снарядов и перекачивающих насосных станций утепляют, в них поддерживают положительную температуру; обеспечивают спуск воды из трубопроводов и пульпы из плавучего пульпопровода при остановках.

7.3.12. Вокруг земснаряда и активной части плавучего пульпопровода при работе зимой постоянно поддерживают незамерзающую майну, для чего применяют ледокольные средства, в том числе плавучие самоходные (мощные катера, ледоколы), а также водяные и пневматические циркуляционные установки и потокообразователи.

7.3.13. Разработку и намыв грунта в зимних условиях производят, как правило, без перерывов, с использованием в необходимых случаях резервного оборудования.

7.3.14. Для надводного намыва в зимний период следует выбирать участки плотин с возможно большей фильтрационной способностью грунтов основания.

7.3.I5. При выполнении гидромеханизированных работ в больших объемах намыв следует преимущественно осуществлять в воду, под лед, в частности, при возведении цокольных частей русловых плотин. Допустимое превышение конусов грунта над уровнем воды должно соответствовать установленному в ППР.

7.3.I6. Возведение надводной части крупных русловых плотин несколькими земснарядами должно осуществляться по разработанной для каждого отдельного земснаряда технологии, недопускающей замыва льда и мощных слоев промерзшего грунта в теле сооружения.

7.3.I7. В общем случае надводный намыв сооружений следует производить по одной из двух технологических схем:

а) Широкопрофильные плотины (шириной более I00 м) следует намывать под лед прудка-отстойника пионерно-торцевым способом. Для этого должна быть обеспечена необходимая глубина прудка путем устройства и периодического наращивания обвалования, предусмотренного проектом производства работ.

б) Более узкие плотины следует намывать при обычной двусторонней раскладке распределительных пульпопроводов, без поддержания постоянного прудка отстойника и с обеспечением незамерзания пульпы в зоне временного технологического прудка. Этот прудок должен быть минимальным (длина карты не свыше 200 м), намыв следует производить с максимально допустимой интенсивностью (в I,5-I,8 раза выше, чем в среднем за сезон).

7.3.I8. Дамбы первичного и попутного обвалования при зимнем намыве отсыпают только из талого грунта.

7.3.I9. До начала намыва и при перерывах в работе образовавшиеся на картах намыва наледи подлежат удалению за пределы плотины.

7.3.20. В процессе намыва не допускается примерзание ледяного поля прудка - отстойника к стенкам водосбросного колодца и поверхности карт намыва.

7.3.2I. Куски льда крупностью свыше I/4 диаметра водосбросной трубы не должны попадать в колодцы. С этой целью сливную часть колодцев или отверстия трубчатых стояков в колодцах следует перекрывать решетками.

7.3.22. Прослойки и линзы льда и смерзшегося снега в намывном теле плотин не допускаются.

7.3.23. При безэстакадной технологии намыва следует принять меры к максимальному сокращению течи из раструбных соединений труб.

7.3.24. При возобновлении после перерывов надводного намыва на ранее намытую часть или естественное основание, промерзшие на глубину более 0,4 м, следует производить вскрытие мерзлой корки до талого грунта.

7.3.25. Вскрытие мерзлого слоя для возобновления намыва следует осуществлять путем устройства воронок диаметром не менее 0,5 м по сетке от 6х6 до I0хI0 м с применением буровых установок на автомобильном или гусеничном ходу или взрывным способом. Могут быть использованы другие способы ускорения оттаивания грунта, предусмотренные в проектах организации строительства и производства работ, в частности, залив карт водой с наступлением положительных температур наружного воздуха.

7.3.26. Технология намывных работ должна обеспечивать полное оттаивание грунта в плотине после окончания строительных работ до приема эксплуатационных нагрузок, а также сохранение или восстановление установленных проектом и техническими условиями значений плотности укладки грунта и других физико-механических характеристик.

7.4. Особенности техники безопасности при возведении плотин в зимних условиях

7.4.I. Разработку котлованов в мерзлых глинистых грунтах без крепления откосов допускается производить при заложении откосов

до 10 : 0,1.

7.4.2. Перед выполнением земляных работ в особо опасных условиях (в охранной зоне воздушных линий электропередач) должен быть получен письменный наряд-допуск.

7.4.3. При работе по рыхлению мерзлого грунта буровзрывным способом и клин-молотом (бабой) должен учитываться отлет мерзлых комьев.

7.4.4. Участок карьера при оттаивании грунта электропрогревом следует надежно оградить и установить предупредительные надписи. Людей, работающих вблизи этих участков, необходимо проинструктировать об опасности поражения электрическим током.

7.4.5. Вход на площадку, где производится электропрогрев грунта, категорически запрещен. Около отогреваемой площадке должен дежурить электромонтер, имеющий право производства работ. Он должен быть снабжен резиновыми перчатками, сапогами и приборами для измерения напряжения в линии. Трансформаторы и оборудование должны быть заземлены с учетом низкой электропроводимости мерзлых грунтов

Приложение I
Обязательное

Состав геотехнических характеристик, необходимых для проектирования технологии возведения плотин из грунтовых материалов

а) скальные грунты

Таблица П.I.I

№№ п/п	Номер слоя	Индекс грунта	Наименование грунта по ГОСТ 25100-82	Плотность сухого грунта в естественном залегании, т/м³	Плотность частиц грунта, т/м³	Влажность грунта естественная, дол.ед.	Пористость грунта, %	Водопроницаемость грунта: коэффициент фильтрации, м/сут.	Водопроницаемость грунта: удельное водопоглощение л/мин	Сопротивление грунта одноосному сжатию, МПа: в воздушно-сухом состоянии	Сопротивление грунта одноосному сжатию, МПа: в водонасыщенном состоянии	Коэффициент размягчаемости грунта	Трещиноватость грунта: Модуль трещиноватости	Трещиноватость грунта: Показатель качества породы, %	Блочность породы	Коэффициент крепости пород	Группа грунта по трудности разработки по СНиП IУ 2-82: вручную	буровзрывным способом	одноковшовыми экскаваторами
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20

б) нескальные грунты

Таблица П.I.2

№№ п/п	Номер слоя	Индекс грунта	Наименование грунта по ГОСТ 25100-82	Зерновой состав грунта (№№ кривых)	Плотность сухого грунта в естественном залегании, т/м³	Плотность частиц грунта, т/м³	Коэффициент пористости грунта, дол.ед.	Коэффициент фильтрации, м/сут.	Влажность, дол.ед.: естественная	граница текучести	граница раскатывания	число пластичности	Консистенция	Название грунта по липкости	Результаты стандартного уплотнения грунта: Максимальная плотность, т/м³	Результаты стандартного уплотнения грунта: Оптимальная влажность, дол.ед.	Группа грунта по трудности разработки по СНиП IУ.2-82: вручную	одноковшовыми экскаваторами
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9

Примечание: I. Физико-механические характеристики грунтов необходимо определять в соответствии с действующими ГОСТами.
2. Кривые зернового состава приводятся на отдельной форматке.
3. Название грунта по липкости приводится по таблице П.I.3 "Рекомендаций по определению липкости грунтов в стационарных лабораториях и полевых условиях" ЦНИИС Госстроя СССР, М., Стройиздат, I983-32с.

Таблица П.I.3

Классификация грунтов по липкости

Виды грунтов	Влажность максимальной липкости		Величина липкости, н/м²		Наибольший поправочный коэффициент к норме времени	Название грунта по липкости
	P≤0,I МПа	0,I МПа<P≤IМПа	лимитирующая xI0²	максимальная xI0²		
Супеси легкие, суглинки в полутвердой консистенции ненарушенного сложения	I7-I9%	I2-I3%	5	20	0,02	Очень слабо-липкие
Супеси тяжелые, суглинки легкие, илы ненарушенного сложения	I9-22%	I4-I5%	I0	50	0,05	Слабо-липкие
Суглинки средние и тяжелые, глины легкие ненарушенного сложения	22-25%	I6-I7%	20	I00	0,I	липкие
Глины легкие нарушенного сложения, глины тяжелые ненарушенного сложения	25-30%	I9-20%	40	200	0,I5	Средней липкости
Глины тяжелые (каолинит-гидрослюдистые) нарушенного сложения	30-35%	22-25%	60	500	0,2	Сильно-липкие
Глины тяжелые, монтмориллонитовые нарушенного сложения	50-65%	34-45%	80	>500	0,3	Очень сильно липкие

Приложение 2
Обязательное

РАЗРАБОТКА ГРУНТА ОДНОКОВШОВЫМИ ЭКСКАВАТОРАМИ

Основным сменным оборудованием для одноковшовых экскаваторов является прямая и обратная лопата, драглайн, грейфер, планировщик. В настоящем приложении рассматривается производство работ и технология разработки грунта экскаваторами, оборудованными прямой и обратной лопатой и драглайном.

Определение списочной потребности экскаваторов для строительства производится путем деления объема работ, подлежащего выполнению в данном году экскаваторами определенного типа, на их годовую норму (годовую эксплуатационную производительность).

Эксплуатационная производительность экскаватора $П_э$ определяется за смену, месяц или год по формуле:

$$П_э = П_т \, К_в \, t_р , \qquad (П.2.1)$$

где $П_т$ – техническая часовая производительность, м3/час;

$К_в$ – коэффициент использования рабочего времени, равный отношению полезной работы машины к продолжительности рабочей смены;

$t_р$ – длительность периода работы (смена, месяц, год), ч.

Техническая часовая производительность $П_т$ определяется по формуле:

$$П_т = \frac{3600 q \, К_н}{t_ц \, К_р} , \text{ м3/ч} \qquad (П.2.2)$$

где q – геометрическая емкость ковша, м3;

$К_н$ – коэффициент наполнения ковша, равный отношению объема грунта в ковше к емкости ковша;

$К_р$ – коэффициент разрыхления грунта;

$t_ц$ – продолжительность рабочего цикла, ч.

Для предварительных подсчетов необходимо пользоваться годовыми режимами работы экскаваторов, приведенными в таблице I "Рекомендаций по определению годовых режимов работы и эксплуатационной производительности строительных машин", ЦНИИСМТП, М.,1982.

Для Минэнерго СССР годовая выработка на I м3 емкости ковша принимается в пределах 100 тыс.м3. Запас грунтов (взорванных скальных и мерзлых мягких) на один экскаватор должен быть таким, чтобы обеспечивать его работу не менее чем в течение 5 суток.

При разработке грунтов в районах Крайнего Севера и приравненных к нему районах применяются экскаваторы в северном исполнении, основные узлы которых выполняются из морозостойких металлов, а экскаватор утепляется.

При разработке грунтов одноковшовыми экскаваторами допустимая крутизна откосов котлованов и траншей принимается по данным, приведенным в СНиП III-4-80. При этом необходимо соблюдать соответствующие требования по устройству берм (шириной не менее I/3 высоты уступа).

Для предварительного назначения откосов котлованов и карьеров рекомендуется руководствоваться значениями углов, близкими к углам естественного откоса грунта, приведенными в табл. П.2.I.

Таблица П.2.I

Наименование грунта	Угол естественного откоса, град		
	Сухой	Влажный	Мокрый
I. Растительный	40	35	25
2. Песчаный	28	35	25
3. Гравийно-песчаный	45	40	35
4. Суглинок	45-50	35-40	25-30
5. Глина	45-60	35	I5-20
6. Разрыхленный скальный грунт	45	40	40

Определение параметров размещения экскаваторов при работе производится по представленным схемам и таблице П.2.2; при разработке мягких грунтов рис.П 2.1а и скальных - рис. П.2.1.б

При работе экскаватор устанавливается на спланированной площадке за возможной призмой обрушения грунта и располагается так, чтобы гусеницы его находились не ближе 3 м от бровки уступа.

Расстояние между откосом уступа или транспортными средствами и контргрузом экскаватора должно быть не менее I м.

При разработке грунтов с низкой несущей способностью и при работе на мокрой подошве применяются экскаваторы с уширенными гусеницами или производится работа экскаватора на сланях. Мокрыми считаются грунты, расположенные ниже отметки, превышающей уровень грунтовых вод: на 0,3 м - для песков средней крупности; 0,5 м - для песков пылеватых и I м - для глин и суглинков.

При разработке горной массы в карьере осуществляется контроль за правильным выполнением организации производства работ, вскрышей карьера, соблюдением правил взрывных работ, размерами разрезных траншей; не допускается погрузка на транспорт негабаритных камней или засоренной горной массы.

Производительность экскаватора при разработке скальных пород во многом зависит от качества рыхления, кусковатости взорванных пород и выхода негабаритов. Оптимальной для разработки считается горная масса, в которой содержание фракций крупностью до 0,35 ширины ковша составляет не менее 75%, а негабаритов крупностью более 0,65 ширины ковша - не более 5%.

Максимально допустимый размер камня не должен превышать 2/3 ширины ковша для экскаваторов, оборудованных прямой или обратной лопатой, и I/2 ширины ковша для экскаваторов, оборудованных драглайном.

Таблица П.2.2.

№№ пп	Показатель	Марка экскаватора						
		ЭКГ-5	Э-2503	Э0-5122	Э-1251	Э0-4121	Э-1001А	Э-652А
					Э-1251Б			
1.	Емкость ковша, м3	5	2,5	1,6-2,0	1,25	1,0	1,0	0,65
2.	Длина стрелы, ℓ ,м	10,5	8,6	5,7	6,8	4,1[x]	6,2	5,5
3.	Радиус, описываемый хвостовой частью экскаватора R ,м	5,25	5,0	3,25	3,6	3,1	3,5	3,28
4.	Минимальная ширина полки B, м	11,5	10,8	2,3	8,7	7,1	8,5	8,2
5.	Расстояние от оси пяты стрелы до оси вращения ℓ , м	2,25	1,6	-	1,3	-	1,15	1,0
6.	Минимальная ширина траншеи B', м, при угле наклона стрелы α равным:							
	45^0	45,5	13,5	9,45	10,5	7.7	10,0	9,0
	60^0	-	11,5	-	9,5	-	-	8,0

x) наименьший радиус резания на уровне стоянки

Разработку грунта одноковшовыми экскаваторами в котлованах и траншеях рекомендуется производить уступами. На каждом уступе проходка ведется отдельными забоями. Высота забоев принимается с таким расчетом, чтобы обеспечивалось наполнение ковша за одно черпание.

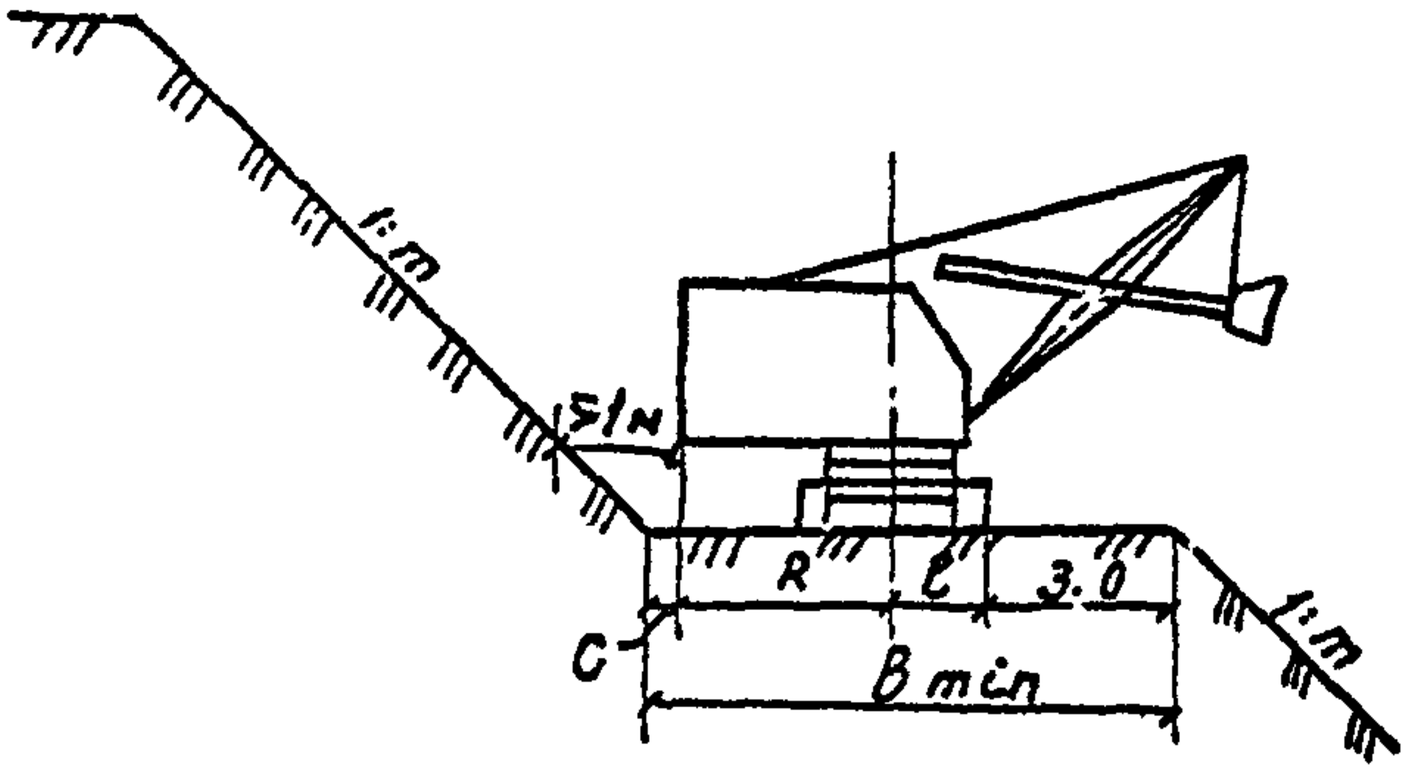


Рис.П.2.I.а Схема определения минимально допустимой ширины полки при разработке мягких грунтов.

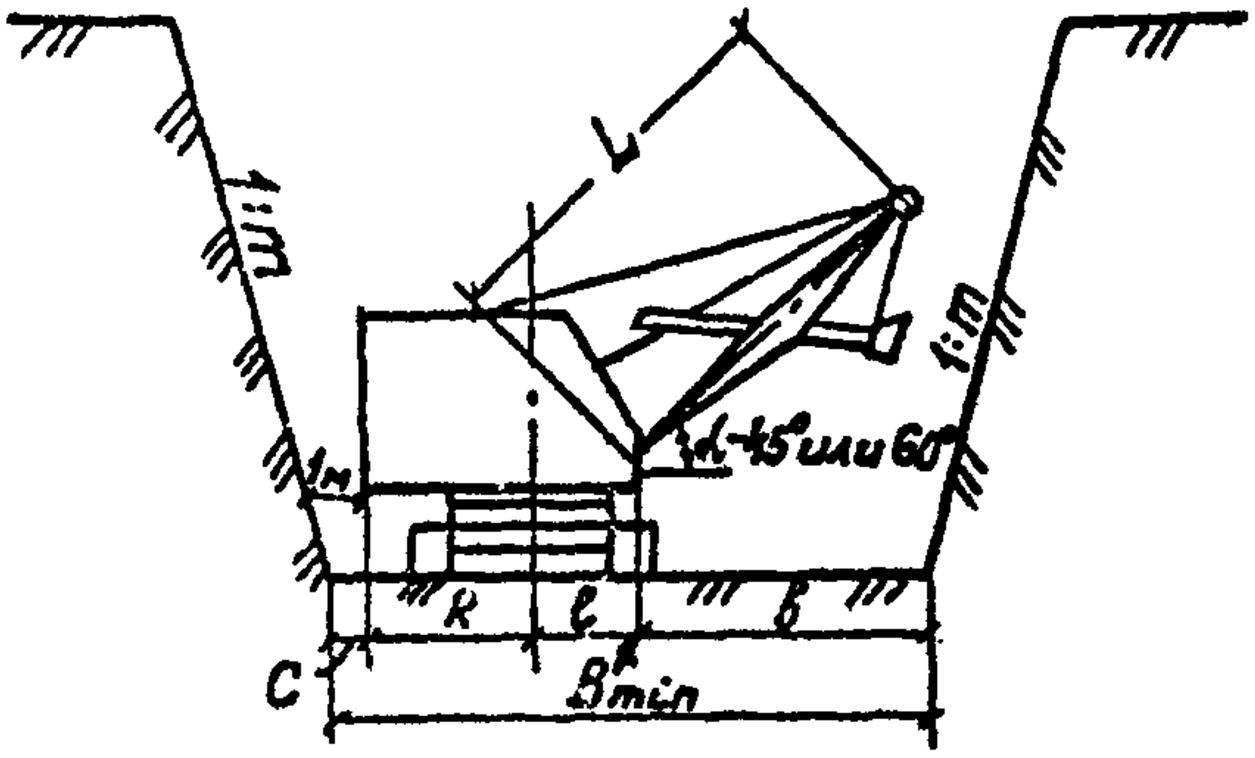


Рис. П.2.I.б. Схема определения минимально допустимой ширины траншеи при разработке скальных грунтов.

Примечание. Величины параметров предоставлены в таблице П.2.2

Разработка грунта экскаваторами, оборудованными прямой лопатой, производится выше уровня стояния экскаватора.

Наибольшая высота разработки грунта экскаваторами, оборудованными прямой лопатой, не должна превышать I,5 высоты черпания для скальных грунтов, разрыхленных буровзрывным способом, и максимальной высоты черпания для связных грунтов. При этом работа экскаватора под козырьком или другими навесами не допускается.

Наименьшая высота забоя, обеспечивающая наполнение ковша, должна быть не менее 3-х высот ковша.

Ширина проходки по основанию принимается равной

$$Впр = (I,5 \div I,8)\, R_{у.ст.} \qquad (П.2.3)$$

где $R_{у.ст.}$ – оптимальный радиус резания на уровне стоянки экскаватора, м.

Примечание:

а) $Впр = I,8\, R_{у.ст.}$ – при разработке пионерной траншеи лобовым забоем экскаватора с прямой лопатой (рис. П.2.2);

б) $Впр = (I,5 + I.8)\, R_{у.ст.}$ – при разработке экскаватором скальных и $В_{пр} = I,5\, R_{у.ст.}$ – мягких грунтов боковым забоем (рис. П.2.3).

Длина проходки принимается равной длине карьера или котлована с учетом возможно меньшего числа организации забоев и съездов, а также подъездов к ним.

Экскаваторы, оборудованные обратной лопатой, предназначены для разработки грунтов ниже уровня стояния экскаватора.

Наибольшая глубина копания экскаваторов приведена в табл. П.2.3.

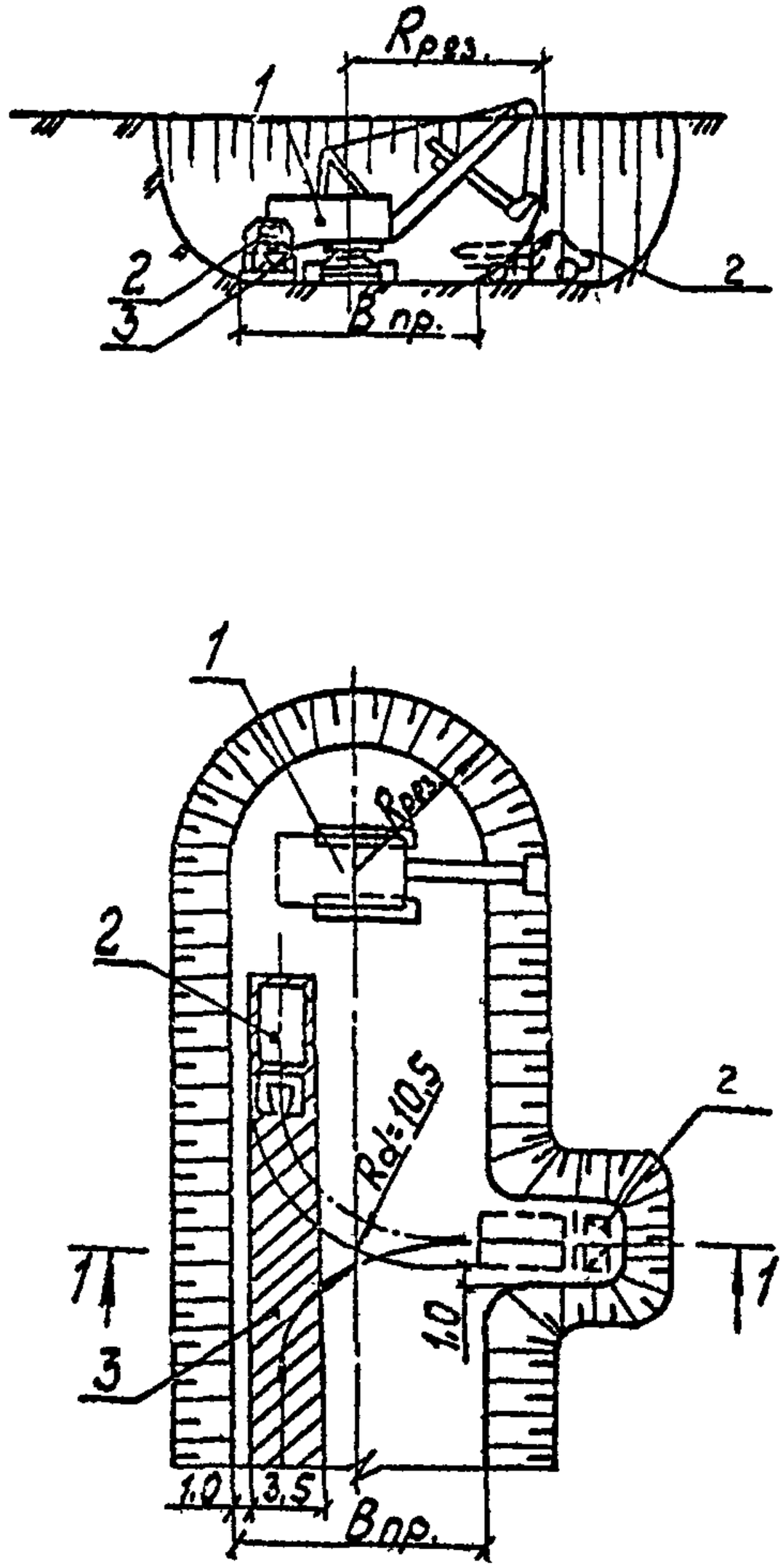
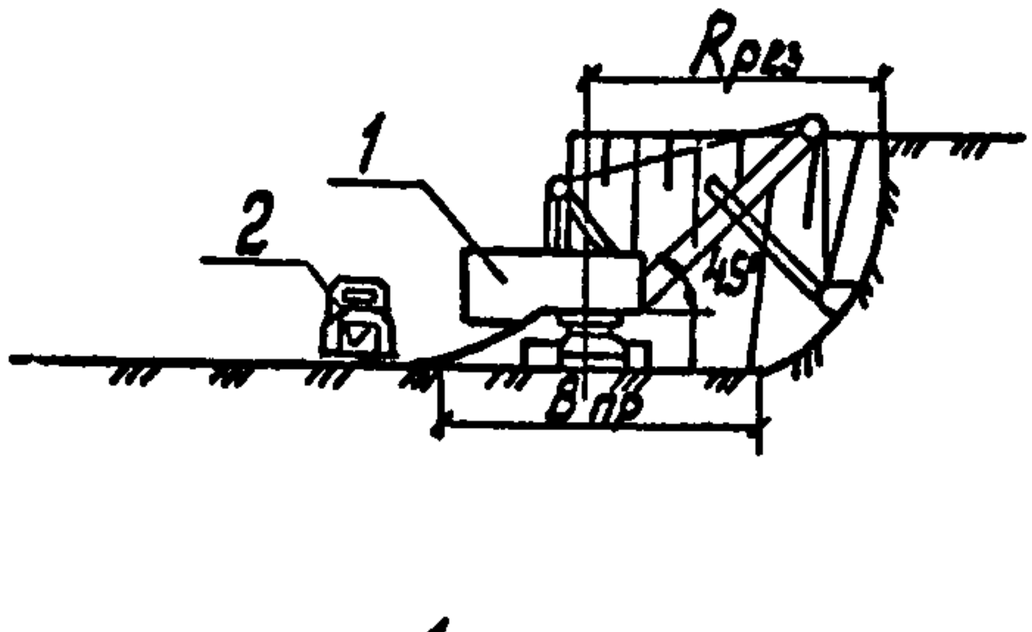


Рис.П.2.2. Схема разработки грунтов экскаватором лобовым забоем.

1 - экскаватор;
2 - автосамосвал ;
3 - грунтовозная дорога;
$R_{рез}$ радиус резания,м;
$R_д$ - радиус поворота автосамосвала по колее внешнего переднего колеса,м;
$B_{пр}$ ширина проходки,м.

1 - 1



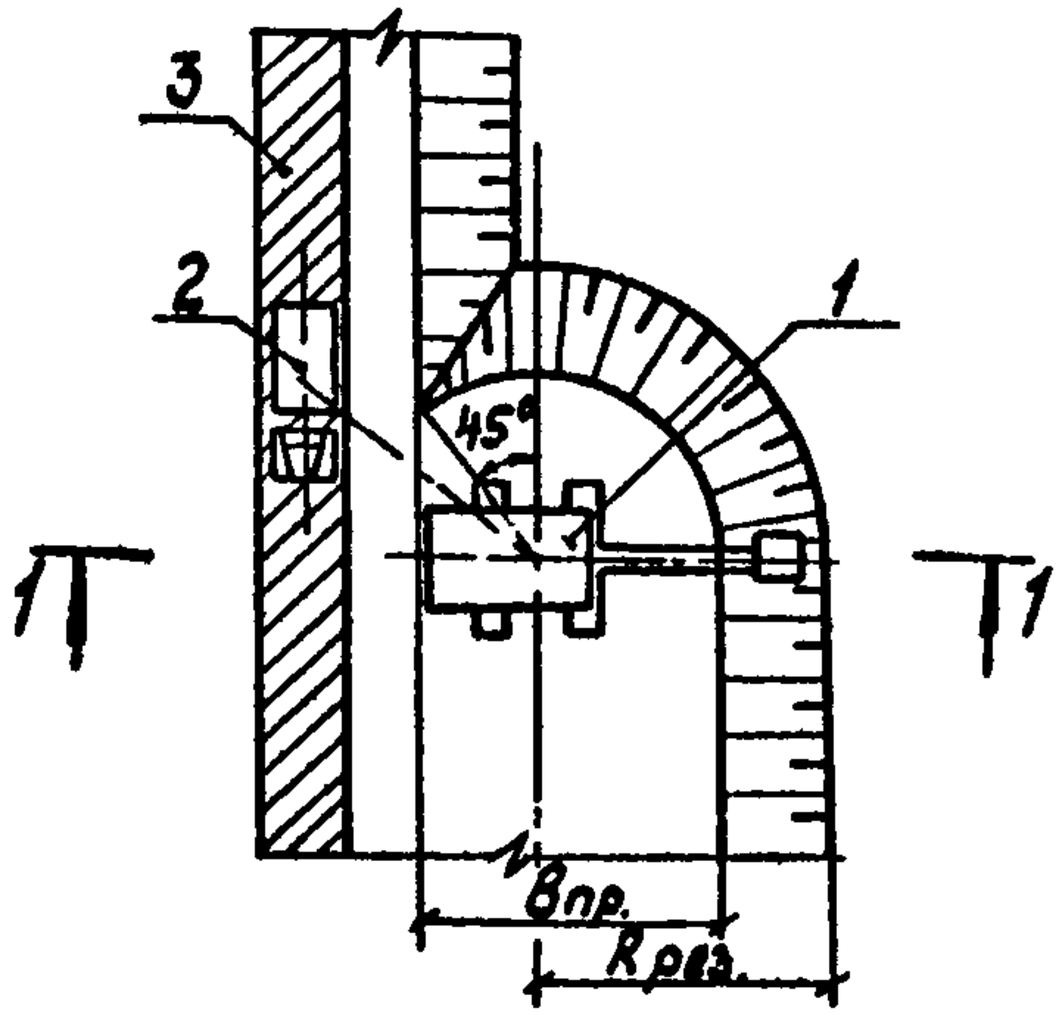


Рис. П.2.3. Схема разработки грунтов экскаватором боковым забоем.

I - экскаватор;

2 - автосамосвал;

3 - грунтовозная дорога;

$R_{рез.}$ - радиус резания;

$B_{пр.}$ - ширина проходки.

Таблица II.2.3

Экскаваторы	Э-652А	ЭО-4I2IA	Э-I25I Э-I252	ЭО-5I22	ЭО-6I2I
Глубина копания, м	5,6	5,8	7,3	7,3	8,4

При разработке грунта экскаваторами,оборудованными обратной лопатой, с погрузкой на транспорт ширина проходки принимается равной I,2-I,4, а при разработке грунта в отвал - 0,8-I наибольшего радиуса резания.

Разработка грунта экскаваторами, оборудованными драглайнами, производится ниже уровня стояния экскаватора лобовыми или боковыми забоями, как с отсыпкой в грунтовые сооружения или отвалы, так и с погрузкой в транспортные средства.

Погрузку грунта в автотранспорт разрешается производить драглайном с ковшом до 3 м3, причем ковш экскаватора должен находиться выше кузова на 0,5-I м.

При работе экскаватора драглайн располагается на кровле разрабатываемого уступа. Высота уступа определяется глубиной черпания экскаватора, свойствами разрабатываемых грунтов, обводненностью забоя, схемой передвижения и условиями разгрузки. Угол откоса забоя экскаватора-драглайна при разработке песчано-гравийных грунтов составляет 30-40°, глинистых и суглинистых грунтов 40-50°.

Ширина проходки $B_{пр}$ драглайна зависит от принятого способа разработки и радиуса черпания.

$$B_{пр.} = R_г (\sin\alpha + \sin\beta), \qquad (II.2.4)$$

где R_z - радиус черпания, м;

α и β - углы поворота от оси экскаватора (оси разработки) в каждую сторону, значения которых не должны превышать 45^0.

При разработке песчано-гравийных грунтов из-под воды глубина разработки зависит от угла откоса подводной части забоя, наполнение ковша составляет 0,5. В этом случае применяется ковш с перфорированной задней стенкой (до 70% площади). При этом коэффициент наполнения ковша достигает 0,7-0,8. Увеличение радиуса копания до 20% достигается при работе экскаватора-драглайна с закидкой ковша (рис. П.2.4).

Приложение 3
Справочное

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ГРУНТОВ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ПЛОТИН ИЗ ГРУНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Кондиционирование грунтов применяется в следующих случаях:

строительство располагает карьерным грунтом, неоднородным по гранулометрическому составу, пластичности и другим свойствам, при этом непосредственно в плотине может быть использована только часть карьерного грунта. Очень часто эту часть грунта технологически невозможно взять в карьере из-за пестроты плановой высотного расположения различных блоков и слоев с кондиционным грунтом;

строительство располагает рядом мелких карьеров, грунты каждого из которых можно укладывать в плотину, но одновременная укладка этих грунтов в один элемент плотины недопустима или нежелательна из-за различия их свойств;

строительство не располагает карьерами, содержащими грунты, допустимые к непосредственной укладке в сооружение;

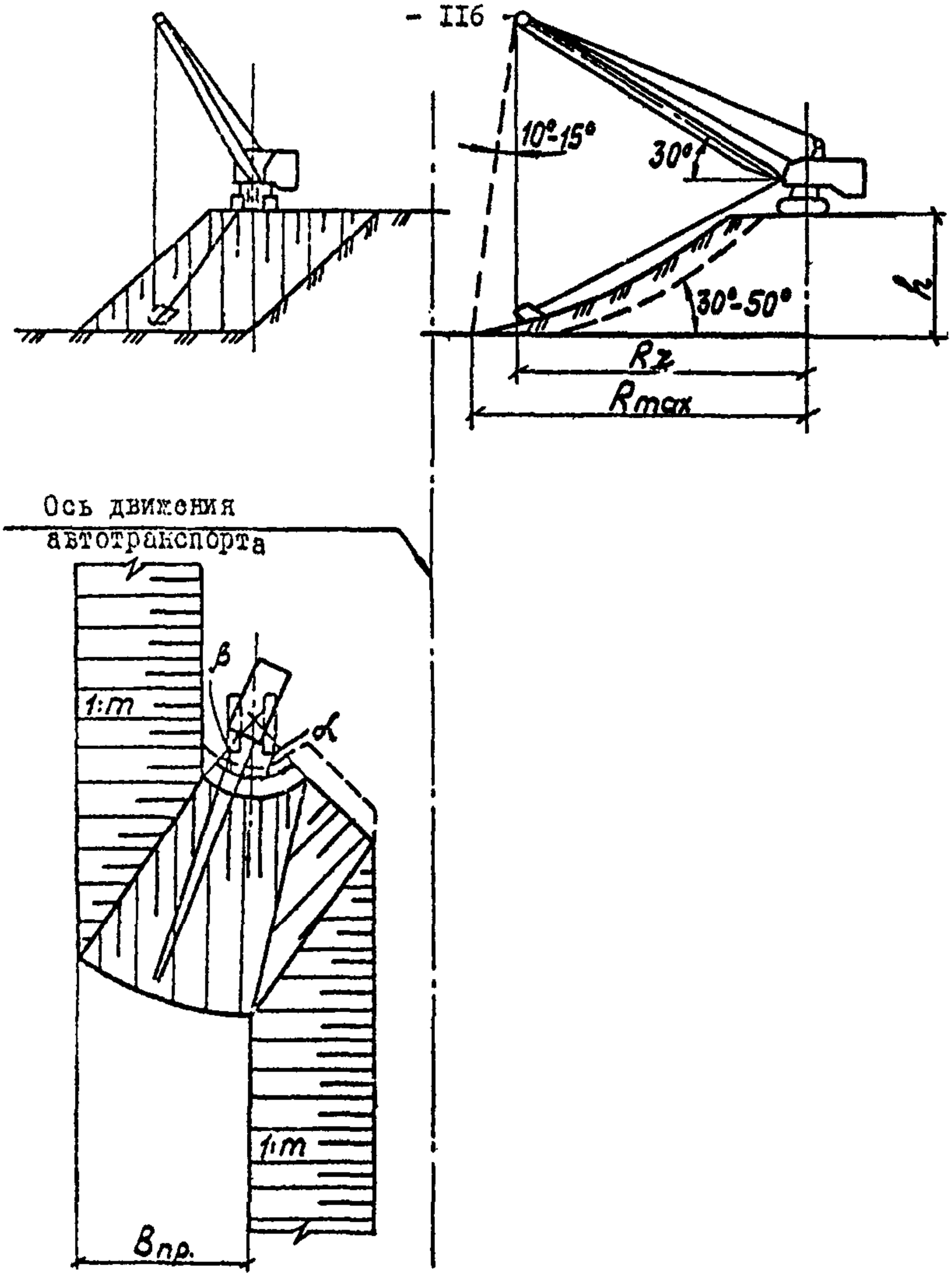


Рис. П.2.4. Схема разработки грунтов экскаватором-драглайном с закидкой ковша.

R_z - радиус черпания;
α, β - углы поворота экскаватора в каждую сторону от его оси;
h - глубина черпания;
$B_{пр.}$ - ширина проходки.

грунты обладают низкими технологическими свойствами для укладки в сооружение в сложных климатических и других условиях;

искусственное кондиционирование грунтов дает значительный экономический эффект за счет создания оптимального профиля плотины и за счет применения эффективной технологии.

К настоящему времени в СССР и за рубежом накоплен значительный опыт кондиционирования грунтов и оптимизации их свойств. Однако учитывая, что эти вопросы недостаточно систематизированы в технической литературе, ниже рассмотрены основные технологические схемы кондиционирования карьерных грунтов (рис. 3.1).

Схема а) применяется для кондиционирования несвязных и малосвязных грунтов с большим коэффициентом разнозернистости и содержащих более 5-30% (по весу) крупных фракций, недопустимых по своему размеру к укладке в качественные насыпи.

Схемы б) применяется как для кондиционирования, так и для оптимизации свойств неоднородных связных и несвязных карьерных грунтов.

Схема в) применяется для кондиционирования разнозернистых несвязных и малосвязных грунтов, обычно со значительным количеством крупных фракций и валунника для выделения из грунта этих фракций, или же для разделения грунта на скелетный с малым количеством заполнителя (для упорных призм) и мелкий с крупными включениями (для противофильтрационных элементов, иногда переходных зон плотин); валунник может быть использован для крепления откосов плотины.

Схемы г) и д) применяются для практически полной оптимизации свойств грунта, при этом по схеме д) при введении цементных, бентонитовых и др. добавок получают так называемый глино- или грунтобетон с регулируемыми в широком диапазоне и гарантированными физико-механическими и фильтрационными свойствами.

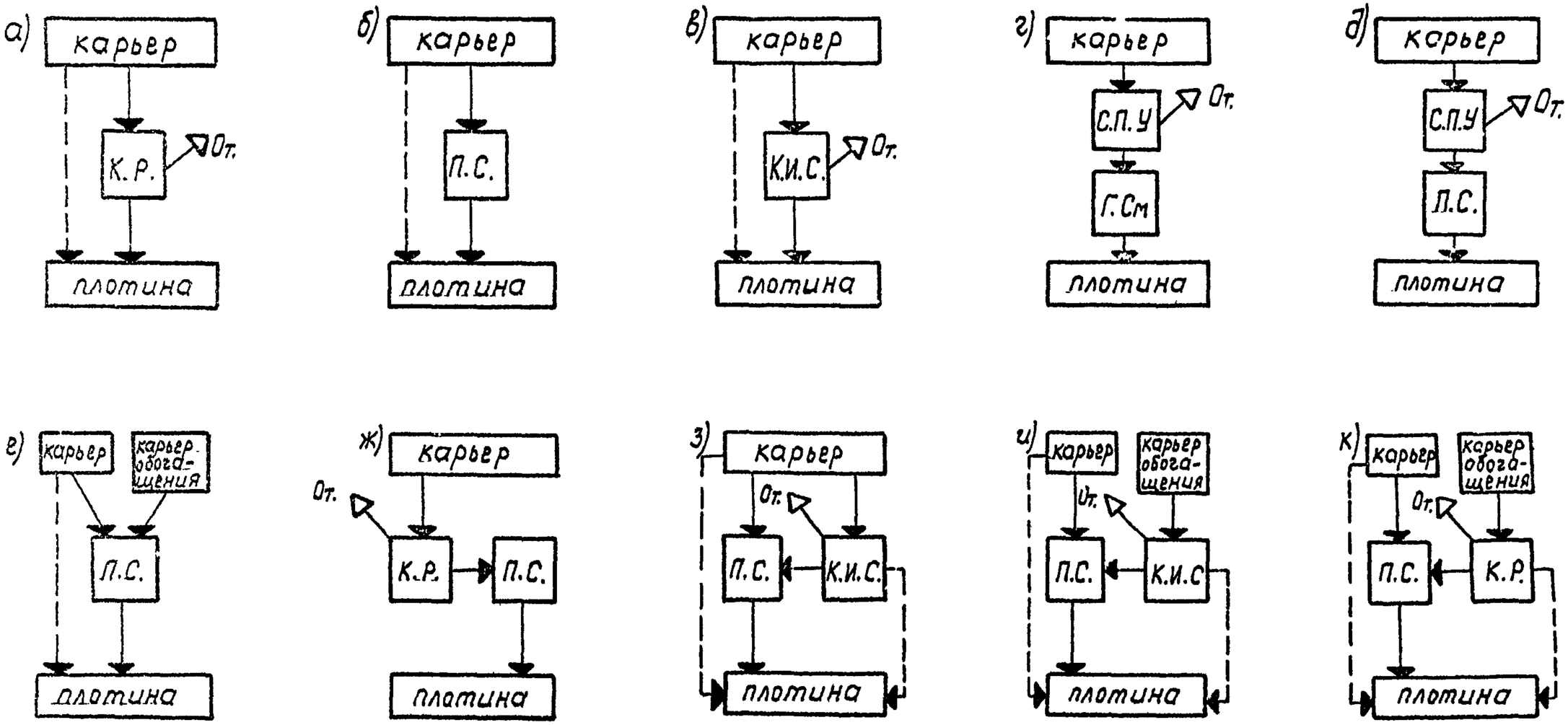


Рис.3.I. Технологические схемы кондиционирования карьерных грунтов для возведения грунтовых плотин.
К.Р. - колосниковая решетка; П.С. - промежуточный склад; К.И.С. - конус искусственной сегрегации;
С.П.У. - сортировочно-промывочное устройство; Г.См. - грунтосмеситель; От - отвал.

Схема е) эффективна для обогащения грунтов или для кондиционирования и оптимизации их по схеме б) при наличии пригодных для смешивания с грунтом основного карьера грунтов из полезных выемок, вскрышных грунтов других карьеров и т.д.

Схемы ж) и к) представляют собой комбинации описанных выше схем.

Искусственное кондиционирование грунтов позволяет решать комплексные задачи, например, при кондиционировании одновременно может быть получен оптимальный гранулометрический состав, произведена регулировка и оптимизация влажности глинистого грунта и его засоление для возможности производства работ в зимних условиях. Отсеиваемый из грунта валунник может покрыть дефицит в крупном камне. Использование для строительства плотин кондиционированных грунтов позволяет упорядочить и упростить контроль качества их укладки, перенести значительный объем операций контроля с плотины на места кондиционирования грунта. Кроме того, при правильно организованной связи между плотиной и местом кондиционирования грунта в процессе осуществления геотехконтроля возможно вести корректировку технологии кондиционирования. При строительстве плотин в сложных климатических условиях промежуточное кондиционирование грунтов позволяет создавать резервы грунта, специально приготовленного для отсыпки в зимних условиях, в дождливые или, наоборот, сухие и жаркие периоды.

При переработке карьерного грунта, неоднородного по гранулометрическому составу, только за счет его перекладки, можно значительно сузить диапазон изменения гранулометрических составов грунта. Результат переработки карьерных грунтов в значительной степени зависит от принятой технологии разработки карьера и отсыпки промежуточных складов. Разработка карьера может быть поблочной или послойной в том случае, когда в карьере можно вы-

делить значительные по простиранию и мощности блоки или слои однородного грунта, что бывает не так часто, и рядовой, т.е. без зонирования и разбивки карьера на блоки.

Практика показывает, что технологические трудности поблочной разработки неоднородного по гранулометрическому составу карьера, необходимость постановки на каждый блок отдельного экскаватора, строгая диспетчеризация разработки и отсыпки дает незначительные выгоды по сравнению с безвыборочной разработкой карьера в два-три "случайных" забоя. При значительной планово-высотной неоднородности карьера хорошие результаты при рядовой разработке грунта дает скреперная технология, особенно при необходимости одновременной просушки грунта и удаления из него рыхлителем отдельных валунов.

Схема кондиционирования карьерного грунта переработкой в промежуточном складе заключается в послойной укладке карьерного грунта в склад на полную высоту забоя экскаватора и в последующем смешивании грунта различных слоев при экскаваторной разработке. Эффективно применение при разработке складов двойной экскавации грунта, т.е. грунт сначала перерабатывается прямой лопатой с открытым ковшом. Для возможности дополнительного рассева грунта иногда используют экскаваторные ковши с различного типа решетками, однако это резко снижает производительность экскаваторов.

Склады могут создаваться как для одноярусной, так и для многоярусной разработки, при этом высота одного яруса в зависимости от типа экскаватора обычно принимается от 8 до I2 м. Площадь склада должна быть по возможности большая. Объем грунта, отсыпаемый в один слой, должен быть соизмерим со средним объемом единицы инженерно-геологического членения карьера на однородные блоки и слои и, как правило, не меньше нескольких десятков

тыс.кв.метров. Количество слоев в ярусе для достаточно хорошего перемешивания грунта должно быть не менее шести-восьми. Оптимальный объем одного яруса склада обычно находится в пределах 200-500 тыс.м^3.

Исследования, выполненные при отсыпке различных опытных и производственных складов грунта, показывают, что при соблюдении выше приведенных рекомендаций, граничные кривые гранулометрических составов, получаемых при разработке грунтовых смесей, соответствуют обычно осредненным гранулометрическим составам между граничными кривыми исходного карьерного грунта и его средневзвешенным гранулометрическим составом. Исходя из этого, для прогноза граничных кривых грунтовой смеси, которая может быть получена при разработке технологически правильно отсыпанного промежуточного склада безвыборочной отсыпкой, можно использовать простой графоаналитический метод "сложения" граничных и средневзвешенной кривых гранулометрического состава карьерного грунта.

Прямая переработка карьерного грунта через промежуточный склад позволяет сузить диапазон изменения гранулометрического состава грунта иногда в 2 раза, однако, полученный в результате такой операции материал может не соответствовать требованиям, предъявляемым проектом, или быть неоптимальным по технологическим и другим требованиям. В этом случае понизить полученную "рыбку" гранулометрического состава грунта промежуточного склада можно добавлением в грунт, при его складировании, слоев более крупнозернистого грунта, например, аллювиального галечника, вывет-релого скального грунта из зон вскрыши карьеров камня, мелкой туннельной выломки и т.д. При необходимости повышения "рыбки" гранулометрических составов производят смешивание карьерного грунта с песчаным, супесчаным, реже с суглинистым материалом. Смешивание связного пластичного грунта с песчаным или песчано-

гравийным, со значительным содержанием песчаных фракций, требует предварительной оценки перемешиваемости грунтов без образования песчаных прослоев и скоплений песка в смеси. Аналогичные исследования необходимо проводить при добавлении к связному низкопластичному грунту высокопластичного. В этом случае может получиться крупнокомковая структура перемешанного грунта, значительно затрудняющая его укатку.

Отсев значительного количества крупных фракций (обычно крупнее I00+300 мм) производится на колосниковых решетках или методом искусственной сегрегации, т.е. сбрасыванием грунта под откос. Наиболее легко поддаются отсеву грунты с несвязным или малосвязным мелкоземом, не образующим крупные прочные комья. Для грунтов с пластичным мелкоземом более эффективны колосниковые решетки с вибраторами, однако и они не позволяют достаточно чисто отсеивать мелкозем с числом пластичности более 0,07–0,09. На колосниковых решетках потери полезного грунта не превышают обычно 5–8%. При искусственной сегрегации грунта сбрасываем с высоких крутых откосов в зависимости от пластичности мелкозема и его влажности, потери могут достигать 30–40%, при этом хорошо отсеиваются (откатываются за пределы конуса искусственной сегрегации) фракции диаметром крупнее $Д_{85}$ (диаметр фракции, которой содержится в грунте 85%). Почти полностью сохраняются в конусе фракции менее $Д_{I5}$+ +$Д_{50}$ при несвязном и малосвязном мелкоземе и менее $Д_{I0}$-$Д_{25}$ при связном. При анализе возможности рассева грунтов методом искусственной сегрегации полезно, кроме гранулометрического состава, оценивать агрегатный состав грунта (при рассеве без промывки грунта водой и разрушения прочных агрегатов грунта), так как прочные агрегаты, несмотря на то, что их плотность ниже плотности исходной породы крупнообломочного и гравийного материала, раскладываются в конусе также, как крупный материал того же диа-

С учетом вышесказанного можно приближенно оценить эффект искусственной сегрегации при опробованных параметрах откоса обрасывания: заложение около (2 -3) : I и высота откоса 30-50 метров.

Расчет производится из условия отсева из материала, сбрасываемого с высоты, фракций всех размеров, но в различных экспериментально определенных пропорциях. Максимально отсеиваются наиболее крупные фракции, минимально - наиболее мелкие, фактический процент отсева остальных фракций зависит, в основном, от пластичности мелкозема грунта и его влажности. Наилучшие результаты применения искусственной сегрегации грунта получаются при влажности мелкозема на несколько процентов ниже оптимальной. Грунты, имеющие связный пересушенный мелкозем, сегрегируются хорошо, однако, в связи с тем, что они обычно содержат значительное количество агрегированного мелкозема, обедняются мелкоземом конуса и значительно загрязняется крупный камень.

Как указывалось выше, при промежуточном кондиционировании грунта можно производить его доувлажнение, а при бороновании каждого слоя отсыпаемого в склады грунта - несколько понижать его влажность. Влажность связных грунтов понижается также при их перемешивании в складах с крупнообломочным или щебенисто- галечниковым грунтом.

Доувлажнение грунтов можно производить в грунтовозном трансporte при доставке его к складу, пропуская машины под портальными или консольными дождевальными устройствами. В связи с тем, что в складированном грунте достаточно активно идет перераспределение и выравнивание влажности, специальных требований к равномерности увлажнения грунтов обычно не предъявляется. Правда, при дополнительном интенсивном доувлажнении связных грунтов склад

после отсыпки должен быть выдержан некоторое время, чаще всего от 0,5 до 2-х месяцев, для полного выравнивания влажности по его объему. Доувлажнение грунта можно проводить и при отсыпке конусов искусственной сегрегации поливом откоса грунта или высоконапорной тонкоструйной установкой с верхней площадки, или же из подвешенного над конусом дождевального устройства. Часто используют полив грунта в транспорте при необходимости его длительной возки в условиях высокой солнечной радиации для предотвращения подсыхания верхнего слоя грунта в кузове. Для доувлажнения связного грунта в полном объеме этот способ неприменим. Интенсивный полив в кузовах автомашин гравийно-галечниковых и крупнообломочных грунтов с непластичным заполнителем при их транспортировке к месту укладки значительно повышает удобоукладываемость этих грунтов.

В заключение необходимо отметить, что, безусловно, кондиционирование грунтов приводит к удорожанию I м3 грунта, уложенного в сооружение, до 50% его стоимости, по сравнению с прямой возкой из карьера в сооружение при той же дальности возки , однако, при сокращении дальности возки в 2-3 раза, за счет кондиционирования более близко расположенного к створу плотины карьерного грунта, не пригодного к непосредственной укладке в сооружение, стоимости обычно уравниваются. Значительный экономический эффект можно получить за счет использования более передовой технологии укладки оптимально кондиционированного грунта, расширения сроков его укладки в сложных климатических условиях и возможности создания более экономичной и надежной конструкции плотины.

Приложение 4
Справочное

РАСЧЕТ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИХ СОСТАВОВ ОПТИМАЛЬНЫХ ГРУНТОБЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ПЛОТИН

П.4.I. Основные принципы проектирования грунтовых смесей

Основными исходными предпосылками для проектирования гранулометрических составов оптимальных грунтовых смесей являются следующие:

I. Минеральные частицы грунтовых смесей в зависимости от их размера разделяются на "крупнозем" (частицы крупнее I-5 мм) и "мелкозем" (частицы менее I-5 мм). В зависимости от соотношения в смеси мелкозема и крупнозема возможны три принципиально различные состояния грунтовой смеси:

а) Частицы крупнозема являются объемообразующими фракциями, т.е. образуют жесткий скелет, а мелкозем частично заполняет поры этого скелета; такие смеси обычно называют крупнообломочными или гравийно-галечными с мелким заполнителем.

б) Частицы мелкозема являются объемообразующими фракциями, т.е. имеют в объеме грунта непрерывное сложение, а частицы крупнозема вкраплены в этот объем и не образуют непрерывного скелета; такие смеси обычно называют в зависимости от вида мелкозема песчаными или связными грунтами с крупным заполнителем.

в) Промежуточное состояние между первыми двумя, когда все поры жесткого скелета, образованного частицами крупнозема, полностью заполнены мелкоземом, при этом пористость крупноземного скелета определяется пористостью (или плотностью сложения) мелкозема в порах скелета; такие грунты называются собственно смесями и в зависимости от вида слагающих их крупно- и мелкозема

могут классифицироваться как песчано-гравийные, песчано-гравийно-галечниковые, супесча о- или суглинисто-гравийные, песчано-, супесчано- или суглинисто-обломочные смеси и т.д.

2. Гранулометрические составы смесей, т.е. объемно-весовое соотношение в них крупнозема и мелкозема, подбираются в зависимости от требований, предъявляемых к ним, как материалам конкретных инженерных сооружений или их конструктивных элементов. Для грунтовых смесей, как материалов для возведения плотин, чаще всего предъявляются требования суффозионно-фильтрационной устойчивости, деформируемости и прочности. Не менее важным являются технологические требования, часто обозначаемые термином удобоукладываемость в различных климатических и конструктивных условиях. При этом, технологические требования часто бывают определяющими при решении вопроса о необходимости создания искусственных грунтовых смесей.

3. В связи с тем, что создание искусственных грунтовых смесей требует, как правило, дополнительных технологических операций по их приготовлению и, следовательно, дополнительных материальных затрат, необходимо стремиться к максимальной экономической эффективности как в технологии создания самих смесей, так и их применения. Наиболее эффективен комплексный подход при проектировании смесей, когда одновременно решаются задачи оптимизации как эксплуатационных, так и технологических свойств проектируемых смесей.

II.4.2. Физические характеристики двухкомпонентных грунтовых смесей

Объемные и весовые соотношения для двухкомпонентных грунтовых смесей. Объем смеси двух грунтов равен:

$$V_{см} = V_0^{к} + V_0^{м} + V_{пор} = \frac{m_{см}}{\rho_d^{см}},$$

где $V_o^к$ – объем исходной породы крупнозема;

$V_o^м$ – объем исходной породы мелкозема;

$V_{пор}$ – объем пор в грунтовой смеси;

$\rho_d^{см}$ – плотность сухой смеси;

$m_{см}$ – масса рассматриваемого объема смеси.

Примем, что $m_{см} = m_к + m_м = 1$,

где $m_к$ – масса камня в объеме смеси;

$m_м$ – масса мелкозема в объеме смеси.

Примем далее, что $V_o^м + V_{пор} = V^м$, т.е. всю пористость смеси отнесем к мелкозему. Тогда, учитывая, что

$$V_o^к = \frac{m_к}{\rho_o^к} \quad , \quad V^м = \frac{m_м}{\rho_d^м} \quad ,$$

где $\rho_o^к$ – плотность исходной породы крупнозема и $\rho_d^м$ плотность сухого мелкозема в составе грунта, можно написать:

$$\frac{1}{\rho_d^{см}} = \frac{m_к}{\rho_o^к} + \frac{m_м}{\rho_o^м} \qquad (\text{П Ч.I})$$

Зависимость (II.5.I) является основной, из которой следует ряд практических зависимостей (при $m_к = 1 - m_м$):

$$\rho_d^{см} = \frac{\rho_o^к \cdot \rho_d^м}{\rho_d^м(1-m_м) + \rho_o^к m_м} \quad , \qquad (\text{П.Ч.2})$$

$$\rho_d^м = m_м \frac{\rho_o^к \cdot \rho_d^{см}}{\rho_o^к - \rho_d^{см}(1-m_м)} \quad , \qquad (\text{II.4.3})$$

$$m_к = \frac{\rho_o^к}{\rho_d^{см}} \cdot \frac{\rho_d^{см} - \rho_d^м}{\rho_o^к - \rho_d^м} . \qquad (П.4.4)$$

Кроме зависимостей (П.4.2-П.4.4) полезна для практики зависимость:

$$V_м = V^{см} - V^к = \frac{1}{\rho_d^{см}} - \frac{m_к}{\rho_o^к} , \qquad (П.4.5.)$$

откуда: $$m_к = \frac{\rho_o^к}{\rho_d^{см}} (1 - \rho_d^{см} V^м).$$

Приняв объем мелкозема в смеси равным $V^м = N V^{см} = \frac{N}{\rho_d^{см}}$ (N – объемное содержание мелкозема в смеси) получим:

$$m_к = \frac{\rho_o^к}{\rho_d^{см}} (1-N) = \frac{\rho_o^к (1-N)}{\rho_d^м + (\rho_o^к - \rho_d^м)(1-N)} .$$

Если принять за единицу не массу смеси, а ее объем $V_{см} = 1$ то:

$$m'_{см} = m'_к + m'_м = V'_{см} .$$

В этом случае, если считать, что поры скелета крупнозема полностью заполнены мелкоземом, можно записать:

$$m'_к = V'_к \cdot \rho_d^к \quad и \quad m'_м = V'_м \cdot \rho_d^м$$

тогда: $$\rho_d^{см} = V'_м \cdot \rho_d^м + \rho_d^к V_к ,$$

где $V'_м$ – объем пор в скелете крупнозема, который равен его пористости, и, следовательно, при полном заполнении мелкоземом пор крупнозема

$$\rho_d^{см} = \rho_d^м + \frac{\rho_d^к}{\rho_s^к} (\rho_d^к - \rho_d^м) , \qquad (П.4.6)$$

где $\rho_s^к$ – плотность частиц крупнозема.

Плотность мелкозема в составе смеси соответственно может быть найдена из зависимости:

$$\rho_d^{м} = \rho_s^{к} \frac{\rho_d^{см} - \rho_d^{к}}{\rho_s^{к} - \rho_d^{м}}. \qquad (II.4.7)$$

Относительное содержание мелкозема в смеси по весу можно в этом случае определить по зависимости (II.4.4).

II.4.3. Практические методы проектирования оптимальных грунтовых смесей

Для практического проектирования оптимальных грунтовых смесей устанавливаются критерии оптимальности грунтов для различных конструктивных элементов плотины. Безусловно, единых и абсолютных критериев оптимальности грунтов и их смесей разработать невозможно, однако, многолетняя практика плотиностроения позволила выработать вполне конкретные требования к грунтовому материалу каждого конструктивного элемента плотины с учетом различных особенностей практического строительства.

Рассмотрим требования к материалам упорных призм каменно-земляных плотин. Основное назначение упорных призм - обеспечение общей устойчивости сооружения, в соответствии с этим основное требование к материалам упорных призм - максимально возможный угол внутреннего трения. Для обеспечения высоких углов внутреннего трения грунт не должен содержать заметного количества мелкодисперсных пылеватых и глинистых частиц. Плотность сложения грунта также имеет самостоятельное значение для обеспечения устойчивости откосов плотины. Кроме того, материал упорных призм должен иметь достаточно высокий модуль деформации, обеспечивать со стороны нижнего бьефа возможно низкое положение кривой деп-

рессии, а со стороны верхнего бьефа - отсутствие возможности возникновения динамического порового давления при воздействиях, т.е. иметь достаточно высокий коэффициент фильтрации.

Основным требованием к грунтовым материалам противофильтрационных устройств является обеспечение их фильтрационно-суффозионной прочности, физико-механические характеристики грунта должны способствовать предотвращению трещинообразования в плотине, а водопроницаемость обеспечивать прохождение консолидационных осадок в строительный период при низких значениях коэффициента порового давления. Таким образом, грунты противофильтрационных устройств должны быть преимущественно супесчаными и суглинистыми, хорошо уплотненными и с ограниченным содержанием крупных фракций.

Для грунтовой смеси, материала противофильтрационных устройств, часто определяющей является оценка фильтрационно-суффозионной устойчивости. Наиболее распространенным критерием суффозионной устойчивости связных грунтовых смесей является содержание мелкозема в смеси по объему не менее 50%. При этом плотность мелкозема в составе грунта должна составлять не ниже 0,92-0,95 от максимальной плотности мелкозема, определенной методом стандартного уплотнения. Этот критерий можно сформулировать, исходя из условия $П_к \geqslant 0{,}5$ или по зависимостям (П.4.4) или

$$П_м = 1 - П \frac{\rho_s^к}{\rho_s^м} \cdot \frac{(1 - П_к)}{П_к}, \qquad (П.4.8)$$

$$П_к = \frac{1}{1 + \frac{\rho_s^м}{\rho_s^к} \cdot \frac{(1 - П_м)}{П}}, \qquad (П.4.9)$$

где $П_к$ и $П_м$ - пористость крупнозема и мелкозема;

$П$ - отношение массы мелкозема к массе крупнозема.

При $П_к = 0{,}5$ получим предельное соотношение массы мелкозема к массе камня:

$$П = \frac{(1 - П_м)\cdot \rho_s^м}{\rho_o^к} = \frac{\rho_d^м}{\rho_o^к} \qquad (П.4.10)$$

или

$$m_к = \frac{\rho_d^к}{\rho_o^к + \rho_d^м} \qquad (П.4.11)$$

Зависимости (П.4.3) и (П.4.II) идентичны, так как $П = \frac{1 - m_к}{m_к}$, и дают возможность очень просто определить предельное содержание крупнозема в смеси грунта для противофильтрационного элемента. На практике в эти зависимости необходимо подставлять

$$\rho_d^м = R_d^м \left(\rho_d^м\right)^{max}, \qquad (П.4.12)$$

где $R_d^м$ – степень уплотнения мелкозема в смеси, равный 0,92–0,95, а $\left(\rho_d^м\right)^{max}$ – максимальная плотность сухого мелкозема определяется лабораторным методом стандартного уплотнения.

Использование этого критерия дает некоторый запас. Действительным предельным условием обеспечением суффозионной устойчивости грунтовой смеси является условие:

$$\left.\begin{aligned} \rho_d^м &= R_d^к \left(\rho_d^м\right)^{max} \\ \rho_d^к &= R_d^м \left(\rho_d^к\right)^{max} \end{aligned}\right\}, \qquad (П.4.13)$$

где $R_d^м$ и $R_d^к$ – степень уплотнения мелкозема и крупнозема в грунтовой смеси.

Если эти два условия подставить в зависимость (П.4.6) при $R_d^м = R_d^к = 0,95$ и, определив плотность смеси, подставить ее в свою очередь в зависимость (П.4.4), получим, что минимальное содержание крупнозема в смеси по первому критерию будет значительно меньшим, чем по второму критерию (П.4.13), так как пористость скелета крупнозема, уплотненного в составе смеси до реальных плотностей при $R_d^к = 0,95 \div 0,98$ значительно меньше 0,5.

В.В.Буренковой предложено определять критерий минимального содержания мелкозема $m_м$ в составе грунтовой смеси для противофильтрационных элементов плотин из условия:

$$\left.\begin{aligned} \rho_d^к &= (\rho_d^к)^{min} \\ \rho_d^м &= 0,95(\rho_d^м)^{max} \end{aligned}\right\} \qquad (П.4.14)$$

В общем виде критерий, предложенный В.В.Буренковой записывается в виде:

$$m_м \geqslant \frac{R_d^м(\rho_d^м)^{max} \cdot \Pi_к^{max}}{R_d^м(\rho_d^м)^{max} \cdot \Pi_к^{max} + \rho_0^к(1 - \Pi_к^{max})} \qquad (П.4.15)$$

Вероятно требование к крупнозему $\Pi_к = \Pi_к^{max}$ является слишком жестким. Как показывает анализ нижних граничных кривых гранулометрических составов построенных грунтовых плотин, вполне достаточным и обеспечивающим суффозионную устойчивость при возможной сегрегации грунта является условие:

$$\Pi_к \geqslant \Pi_к^{ср} = \frac{\Pi_{max}^к + \Pi_{min}^к}{2} \qquad (П.4.16)$$

Такому условию примерно соответствует плотность крупнозема в составе грунта

$$(\rho_d^к)^{ср} = 0,45(\rho_d^к)^{max} \qquad (П.4.17)$$

Приложение 5
Справочное

ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВОЗВЕДЕНИЯ ВЫСОКИХ ПЛОТИН ИЗ КРУПНООБЛОМОЧНЫХ ГРУНТОВ ИЛИ ПЕСЧАНЫХ И ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ, СОДЕРЖАЩИХ КРУПНООБЛОМОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ, С БОЛЬШОЙ НЕОДНОРОДНОСТЬЮ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

Контроль за качеством возведения высоких плотин из упомянутых грунтов требует применения системы оперативного контроля, позволяющей активно регулировать технологический процесс интенсивной укладки скелетно-глинистых и крупнозернистых грунтов в тело плотины при минимальном количестве обслуживающего персонала. Для обеспечения этого требования система оперативного контроля должна быть основана на применении методов быстрого контроля параметров, укладываемых в плотину грунтовых материалов и механизации всех трудоемких работ, связанных с геотехническими определениями.

В целях сокращения ручного труда, уменьшения затрат времени и повышения достоверности определений для производства контроля качества возведения плотин из крупнообломочных грунтов рекомендуется применять следующие методы и приборы быстрого контроля:

способ контроля качества уплотнения скелетно-глинистых грунтов противофильтрационных устройств плотины по мелкозему (песчано-глинистым фракциям) и геофизические методы;

контроль качества уплотнения крупнообломочного материала (галечника, горной массы) геофизическими методами или измерительным оборудованием, установленным непосредственно на уплотняющих механизмах.

При контроле плотности крупнообломочных грунтов методом шурфа-лунки использовать средства малой механизации, назначать

вместимость шурфа в зависимости от крупности исследуемого грунта (масштабный фактор), вводить поправочный коэффициент на толщину пленки, применяемой в качестве гидроизоляции при измерении вместимости фурфа водой, и для залива шурфа водой использовать специальную машину большой емкости с водомером, а уровень воды в шурфе определять при помощи фиксирующего устройства.

Плотность укладки фильтрового материала (песка) можно определять динамическим зондированием.

Определение влажности супесчаных грунтов рекомендуется производить объемо-метрическим методом.

Определение гранулометрического состава грунтов, содержащих пылеватые и глинистые фракции, производить путем рассева с отмывом на механическом виброгрохоте с высокой производительностью, достигаемой за счет механизации всех операций: отбора проб, загрузки и подачи на взвешивание. Рассев грунта крупностью 5–0,I мм рекомендуется производить методом, заключающимся в механическом перемешивании суспензии грунта с водой при одновременной промывке через сито.

Рекомендуемые методики и приборы быстрого контроля освещены в "Рекомендациях по контролю качества возведения насыпных плотин из грунтовых материалов" П № 762-I982, Гидропроект.

Все вычисления, связанные с определением контрольных параметров грунтов, представляются в графической форме, что уменьшает вероятность ошибок и значительно сокращает время при выполнении расчетов.

В конце каждого отчетного периода должна производиться статистическая обработка и анализ результатов контроля качества. На основании полученных результатов уточняются объемы геотехконтроля, назначаются мероприятия по улучшению качества возведения плотин, в том числе корректируются действующие технические условия.

Приложение 6
Справочное

Технические характеристики основного оборудования, используемого при возведении плотин способом гидромеханизации

Таблица П.6.1

Основные технические характеристики плавучих землесосных снарядов, используемых в энергетическом строительстве

№ пп	Наименование	Марка земснаряда					
		ЭРС-Г	8Э.40М. 42,3 (200-50БК)	18Э.00. 63,3 11Э.40М. 63,3 (350-50Л)	12Э.40М. 63.3 (380-56)	500-60	15Э.60М. 72,4 (500-60МН)
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Техническая производительность по грунту (П группа по трудности разработки), м³/час	200	200-250	380	380	650	550
2.	Минимальная глубина разработки, м	-	1,5	3,0	3.0		3,0
3.	Максимальная глубина разработки:						
	ковшевый рыхлитель	8	-	-	-	-	-
	фрезерный рыхлитель	8	8	11	12		15
	свободный всас	11	-	18	-		-

I	2	3	4	5	6	7	8
	с эжекторным грунтозабором	-	-	I5-ЛЗ0	-	-	-
	с погружным грунтовым насосом, м	-	-	20-30	-	-	-
4.	Грунтовый насос: марка	ГрУ I600/25	ЭГМ-2м I6Р-9М	20Р-IIМ	20Р-IIМ		500-60М
	подача, $м^3$/час	I600	I900 I600 2500	3800	3800		5000
	напор, м	25	58,40,67	56	56		70
	наименьшее проходное сечение пульпопроводного канала, мм	I80	230	220	220		350
5.	Общая установленная мощность электродвигателей	300 л.с.	830 кВт	I780 кВт	-	2970 кВт	3390 кВт
6.	Привод грунтового насоса (эл. двигатель), марка	ЭД-I2	АК-I3-62-I0 АК-I3-62-8	СДН-I6- -4I-I2	-	-	СДН-I7- -49-I2
	мощность	330 л.с. 220 кВт	500 кВт 630 кВт	I250 кВт	I250 кВт	-	2500 кВт
	частота вращения, об/мин	I500	590	500	500		500
7.	Размеры корпуса, м:						
	длина			3I		37	40
	ширина			9,5		I0	I0,4
	высота борта			2		2,3	I,64

I	2	3	4	5	6	7	8
8.	Осадка в рабочем состоянии, м	0,54	0,88	I,I	I,I7	I,I	I,64
9.	Минимальная ширина разрабатываемой по урезу воды		54	48	48 (28^{XX})	72	72
I0.	Плавучий пульпопровод:						
	диаметр пульпопровода, мм	нап.350 всас.380	400	600	600	700	700
	длина звена, м	общ. I20	6,6	6,8I	6,8I	I0	I0
	Количество звеньев, шт.	-	I2	I6	I6	50	25
II.	Завод-изготовитель	Потийский машиностроительный з-д гидромеханизации Минстроймаша СССР	Завод гидромеханизации в г.Рыбинске Энергомаша Минэнерго СССР			Завод гидромеханизации в г.Рыбинске	

Примечания: x - данные по земснаряду с погруженным грунтовым насосом; xx - плавучая бухта с вертикальными шарнирами

Таблица П.6.2

Технические характеристики забойных землесосных установок, перекачивающих станций, насосного и другого оборудования, наиболее широко применяемого при работах гидромеханизации

№№ пп	Наименование	Подача $м^3$/час	Напор, Н, м	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Марка электродвигателя
I	2	3	4	5	6	7
I.	Передвижные перекачивающие станции					
	I.I. Комплекс забойный "350-50" с грунтовым насосом 20Р-IIМ (передвижной самозаглубляющийся)	3850	56	I500		
	I.2. Плавучая автоматизированная перекачивающая станция "350-50" с грунтовым насосом	3850	II0	I250		
	I.3. Землесосная станция перекачки на I агрегат 20Н-IIН (передвижная на санях)	3850	56	I250	500	
2.	Насосы для воды					
	Д 200-95	200 I00	95 23	II0 I3	2950 I450	А02-6I-4
	Д 200-36	200	36	37	I450	
	Д 320-70	320	70	90	2950	А02-92-2
	Д 500-36 (8НДв)	500 450 350	38 36 34	55 75 II0	I000 I000 985	
	Д 630-90 (8НДв)	630 500	90 36	250 II0	I450 960	А03-3I5-6
	Д 2000-34 (I8НДс)	2000	34	250	735	
	Д 2500-62 (I8НДС)	2500 2700	62 58	500 630	985 I000	
	Д 2000-I00 УI (20Д-6)	2000 2300 I450 I350	I00 89 I07 93	800 - 630 -	985 I000 985 I000	

Продолжение таблицы П.6.2

I	2	3	4	5	6	7
	Д 4000-95 УЧ (22НДс)	4000	95	I250	I000	
		4700	90	I600	-	
		3200	55	630	750	
		3600	52	-	735	
	Д 6300-80 УЧ (24НДс)	6300	80	2000	750	СДН2-I7-
		5000	50	I000	600	56-8
	ЦН-400-I05 (3В-200х2)	290	I20	200	-	А3-3I5М-4
		500	92			
		290	I04	I60		
		450	84			
		250	94	I32		
		450	69			
	ЦН400-2I0 (3В-200х4)	290	240	400		А2-4505-4
		500	I34			
		290	208	320		
		450	I68	320		
		250	I88	250		
		450	I38	250		
3.	Гидромонитор дистанционный ГМД-400 водопроизводительностью 4500 м³/час	до 4500	давление воды у насадки до 2,0 МПа	подъема I,7 поворота 2,7		

Примечание: В наименовании марок насосов в скобках приведено прежнее, ныне отмененное, но широко известное название.

Таблица П.6.3

Техническая характеристика гусеничных стреловых самоходных кранов КПТ-II и МТТ-I6а

№№ пп	Наименование	Един. измер.	КПТ-II	МТТ-I6 и МТТ-I6А
I	2	3	4	5
I.	Грузоподъемность	т	8-2	I0-3[x)]
2.	Вылет крюка: наименьший	м	4,2	
	наибольший	м	I3,5	

Продолжение таблицы II.6.3

I	2	3	4	5
3.	Высота подъема крюка:			
	наибольшая	м	I0,5	II,0; I5,5; I7,8; 2I,0
	наименьшая	м	5,8	7,6; II,0; I2,0; I7,5
4.	Скорость передвижения	км/ч	0,78	I,0
5.	Мощность	кВт	95,7	
		л.с.	I30	I00
6.	Масса крана	т	22,4	25
7.	Среднее давление на грунт	кгс/см^2	0,23	0,23
8.	Завод-изготовитель:		Иванов-ский торфяного машиностроения "Ивторфмаш"	

Примечание: х) Все характеристики в этой графе приведены для крана МТТ-I6.

Приложение 7
Справочное

СПОСОБЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ НАМЫВА ГРУНТА

I. Способы намыва

I.I. Безэстакадный со сосредоточенным выпуском пульпы из торцов специальных раструбных труб, укладываемых без прекращения намыва на поверхности карты краном повышенной проходимости, должен осуществляться небольшими слоями при попеременном наращивании и укорачивании трубопровода. Этот способ наиболее эффективен, он обеспечивает полную механизацию работ и непрерывность процесса намыва. Область его применения рентабельна при оборудовании гидромеханизации производительностью более 200 м^3 грун-

та в час; используется при намыве грунтов с достаточной несущей способностью - гравелистых, крупных и песков средней крупности, а также мелких, реже пылеватых песков.

I.2. Низкоопорный, при нем производится сосредоточенный выпуск пульпы из торцов стандартных труб, укладываемых на инвентарных опорах высотой до I,5 м соответственно слоями высотой до I,5 м. Область применения низкоопорного способа, ввиду его простоты и удобства, практически не ограничена. Недостатком является значительный расход материалов для опор и более высокие трудовые затраты при проведении намыва.

I.3. Пионерный, при котором грунт намывается из торца распределительного пульпопровода на полную высоту, предусмотренную для данной стадии работ, после чего производится наращивание очередной трубы. Применяется при перекрытии русел рек, намыве акваторий, участков со слабым (заболоченным или заторфованным) основанием. По технико-экономическим показателям близок к безэстакадному способу.

I.4. Послойно-грунтоопорный, со сосредоточенным выпуском пульпы из торцов стандартных труб, укладываемых на земляные валы высотой до I,5 м, которые заменяют опоры. Способ применяется при необходимости экономии материалов и в случаях, когда согласно техническим условиям на возведение плотины не следует оставлять в теле насыпи стойки опор. Недостатком является необходимость дополнительного перемещения значительного объема грунта для создания земляных валов.

I.5. Торцевой, при нем ведется сосредоточенный выпуск пульпы из торца трубы, укладываемой на гребне первичной дамбы обвалования. Применяется в основном для намыва участков сооружений, требующих повышенного отмыва, резервов и штабелей песка в гра-

вийной массы. Сброс осветленной воды в этих случаях осуществляется через водосбросные колодцы, закладываемые в противоположном торце карты. При этом достигается максимальное смещение прудка-отстойника в торец карты, что обеспечивает улучшение фракционирования и повышение чистоты намываемого гравийного и песчаного материала. Способ позволяет сократить остановки земснаряда для наращивания трубопроводов на карте намыва.

I.6. Продольно-торцевый безколодцевый со сосредоточенным выпуском пульпы из торцов труб, укладываемых на гребне плотины (сразу на проектной отметке). Сброс осветленной воды ведется с использованием временных трубчатых водосбросов в дамбе первичного обвалования. Способ позволяет неограниченно продвигать фронт намыва по длине плотины без деления ее на отдельные карты. Это достигается сопряжением первичного обвалования с гребнем плотины посредством наклонных дамб вторичного обвалования и поступенным перемещением временного трубчатого водосброса по мере намыва. Продольно-торцевый безколодцевый способ применяется при намыве линейных сооружений и частично при намыве штабелей песка.

I.7. Эстакадный с рассредоточенным выпуском пульпы из отверстий в стенках труб, укладываемых на эстакадах высотой от 2 до 6 м; пульпа подается к основанию обвалования при помощи подвесных лотков; регулирование фронта намыва по длине карты осуществляется в процессе непрерывного намыва яруса с помощью специальных шиберных задвижек, устанавливаемых на отверстиях в трубах. Применение эстакадного способа требует в каждом случае технико-экономического обоснования ввиду его особой трудоемкости и большого расхода лесоматериалов; допускается преимущественно при возведении плотин из пылеватых, лессовых и глинистых грунтов.

2. Технологические схемы намыва

2.I. Пионерно-торцевая, основанная на применении способа по п.I.3, схема должна использоваться при подводном намыве плотин, выравнивании оснований надводных частей, сооружений, домыве гребня плотин.

2.2. Двухсторонняя, которая должна применяться при намыве однородных и неоднородных плотин с обоими принудительно формируемыми откосами. При этой схеме распределительные пульпопроводы следует укладывать параллельно друг другу вдоль откосов возводимой плотины, намыв производится безэстакадным, низкоопорным или эстакадным способами. По этой схеме обеспечивается распределение (фракционирование) частиц грунта по крупности в поперечном сечении плотины, что позволяет достичь наилучших показателей по фильтрационной прочности материала в теле сооружения.

2,3. Односторонняя, используемая для надводного намыва плотины с пологими, в том числе волноустойчивыми откосами. Намыв ведется по указанным в п.п. I.I-I.2 способам; распределительный пульпопровод укладывается, как правило, вдоль низового откоса плотины, выпускаемая пульпа растекается в направлении верхнего бьефа с формированием верхового свободного откоса, уклон которого следует принимать по СНиП 2.06.05-84, п.3.26, табл.6.

2.4. Мозаичная, ее следует применять при намыве однородных плотин из песчаных и песчано-гравелистых грунтов со степенью неоднородности $C_и \geqslant 3$. Выпуск пульпы из распределительного пульпопровода при этой схеме должен проводиться со смещением в плане и по высоте в шахматном порядке конусов отложения грунта без каких-либо закономерностей в распределении по крупности грунта в поперечном и продольном сечении плотин. Намыв ведется с применением любого способа укладки грунта и без прудка-отстойника.

Приложение 3
Обязательное

ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ГРУНТА В ВЫЕМКАХ И КАРЬЕРАХ ПРИ НАМЫВЕ ПЛОТИН

I. Карьеры и участки выемок, грунт которых предназначен для намыва плотин, должны быть предварительно разбиты с выноской границ в натуру. До начала разработки должны быть выполнены сводка леса, кустарника, удаление растительного слоя со складированием в бурты, а также вскрышные работы, если последнее предусмотрено проектом. Указанные подготовительные работы должны быть приняты комиссией с участием представителей заказчика, проектных и строительных организаций с составлением соответствующего акта.

2. Разработка грунта должна проводиться по участкам и блокам в последовательности, установленной проектом производства работ. Глубина разработки должна соответствовать указанной в этом проекте.

3. Взаимное расположение участков разработки грунта и карт намыва следует принимать по возможности таким, чтобы по мере наращивания возводимой плотины земснаряд или землесосная установка приближались к сооружению, вследствие чего снижаются затраты энергии на гидротранспорт.

4. При выявлении в карьере грунта, не пригодного для укладки в плотину, участок с некондиционным материалом подлежит исключению из плана разработки.

5. При намыве плотин грунтами из профильных выемок материал; не отвечающий требованиям проекта и техническим условиям, необходимо перекачивать в гидроотвалы.

6. Разработку грунта гидромониторно-землесосными установками следует осуществлять в зависимости от мощности разрабаты-

емой толши и ее геологического строения одним или несколькими уступами. Наибольшая высота уступа должна быть назначена с учетом обеспечения безопасности производства работ.

Технология ведения гидромониторных работ, выбор типа гидромонитора, параметров другого оборудования, частота передвижек забойных установок и способы уменьшения недомыва должны отвечать указаниям в проекте организации строительства.

7. Разработку трудноразмываемых грунтов следует осуществлять с их предварительным рыхлением механическим или взрывным способом.

8. При разработке грунта плавучими землесосными снарядами глубина выемки, необходимость в послойной работе, количество слоев, другие требования к технологии разработки карьеров и выемок должны быть приняты согласно проекту организации строительства, а предельная высота надводного забоя и ширина прорезей - по указаниям в проекте производства работ. При этом минимальная ширина прорези должна быть установлена с учетом конструктивных особенностей землесосного снаряда и плавучего пульпопровода.

9. При соответствующем обосновании на землесосных снарядах могут быть установлены удлиненные грунтозаборные устройства с погружным грунтовым насосом или эжекторным устройством, позволяющие увеличивать глубину разработки грунта земснарядами производительностью по воде от 2500 до 3500 $м^3/ч$ - до I5 м и более мощными - до 20 м.

I0. В замкнутых карьерах и профильных выемках увеличение глубины разработки грунта землесосными снарядами может быть достигнуто путем поэтапного снижения уровня воды на величину, соответствующую очередному слою разработки.

II. При разработке грунта в карьерах землесосными снарядами величина предельного недобора до поверхности коренных или под-

стилающих полезную толщу пород не должна превышать следующих значений:

производительность земснаряда по воде, м³/ч	предельный недобор, м
свыше 7500	I,5
400I-7500	I,0
250I-4000	0,7
I00I-2500	0,6
менее I000	0,5

При сложном рельефе коренных (подстилающих) пород величина недобора может быть изменена, но не должна превышать указанной в проекте производства работ.

I2. При обосновании вскрышные грунты в карьерах и на поверхности профильных выемок разрешается предварительно не удалять, а разрабатывать землесосными снарядами или гидромониторными установками совместно с полезным грунтом, отмывая некондиционные фракции в процессе возведения намывной плотины. В этих случаях, при организации намывных работ и сбросе осветленной воды с карт намыва должны осуществляться мероприятия, обеспечивающие необходимое качество плотины (недопущение отложений прослоек слабых грунтов, повышенный процент отмыва мелкозема и т.п.).

I3. Расстояние от карьера или профильной выемки до намываемой плотины должно быть не менее установленного минимального.

Приложение 9
Обязательное

НАЗНАЧЕНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАМЫТОГО ГРУНТА

I. Контрольные значения физико-механических характеристик грунта намывной плотины в целом или для выделенных в его профи-

ле конструктивных элементов (зон) должны быть установлены с учетом воздействия на состав и сложение грунта технологических факторов при намыве: режима гидравлической укладки, сброса мелких частиц, фракционирования.

2. Намытый грунт по гранулометрическому составу должен находиться в пределах граничных кривых по графику распределения грунта по фракциям в полулогарифмическом масштабе. Граничные кривые должны быть определены по огибающим кривым состава продуктивной толщи карьерного грунта с исключением потерь при отмыве, а для неоднородных плотин - также с учетом фракционирования грунта в поперечном профиле плотины. Расчетные граничные кривые подлежат уточнению по фактическим данным, получаемым при опытном намыве или в начальный период работ.

Примечание: порядок расчета проектного гранулометрического состава намываемого грунта и расчеты фракционирования должны отвечать указаниям СНиП 2.06.05-84 п.п. 3.13-3.14, прилож. 4 и "Рекомендациям по проектированию намывных плотин (на стадии строительства)" ПЗ1-86/ВНИИГ, п.п. 4.1-4.16.

3. Величина потерь при отмыве и сбросе грунта с осветляемой водой при возведении плотин должна назначаться с учетом недопущения отложений некачественных грунтов в теле насыпи по нормам СНиП 2.06.05-84 п.3.14, прилож.3, СНиП 3.02.01-87, п.5.39, табл.12, п.п.1-3 и указанных выше "Рекомендаций по проектированию намывных плотин" п.п. 4.17-4.20.

4. При намыве плотин в зимних условиях должны учитываться на основании опытных данных дополнительные потери на отмыв грунта, вызываемые сокращенной длиной карт намыва и работой с минимально возможным технологическим прудком.

5. Плотность намытого грунта должна соответствовать критериям, установленным СНиП 3.02.0I-87 табл.I3, п.I0; средняя по контролируемому поперечнику (или выделенной на нем конструктивной части плотины) и не менее, чем в 50% измерений на данном поперечнике (конструктивной части) плотность сухого грунта должна быть равна, принятому в проекте и (или) технических условиях значению или быть выше его.

6. Контрольное значение плотности сухого грунта намывной плотины (или выделенной в ней зоны) должно, как правило, устанавливаться по данным опытного намыва по результатам измерений в начальный период производства работ, поскольку она отличается от плотности сухого грунта карьерного материала. Для однородных плотин из грунта со степенью неоднородности $C \leq 2$-3 имеет место некоторое снижение плотности, в связи с особенностями гидравлической укладки и отмывом мелкого грунта части фракций. При повышении крупности грунта и увеличении неоднородности плотность намыва при укладке мозаичным способом может быть близкой к карьерной или несколько выше.

При намыве неоднородных плотин плотности грунтов отдельных зон резко различаются, что обусловлено разным составом грунта в них.

7. Определяющее влияние на плотность оказывают гранулометрический состав грунта в плотине, соотношение фракций (степень неоднородности), форма частиц (окатанные или остроганные) и минералогический состав. Технологические факторы - удельный расход пульпы, консистенция, способ намыва и длина пляжа до прудка - воздействуют в меньшей степени, но важны для обеспечения установленных показателей плотности. Оптимальные значения достигаются при укладке грунта в плотины безэстакадным способом с толщиной

слоя намыва для песчаного грунта при прямом и обратном ходе крана не более I-I,2 м. При особо мелких песках, пылеватых и суглинистых грунтах для повышения плотности намыва консистенция пульпы и толщина слоя могут быть снижены при соответствующем обосновании опытами.

8. При отсутствии к началу работ на объекте данных о фактической плотности намываемого грунта контрольную величину плотности разрешается предварительно назначать на основе анализа плотности грунта плотин, намытых из аналогичных карьерных грунтов (т.е. с использованием "аналогов") и с учетом показателей плотности, приведенных в СНиП 2.06.05-84, табл.2. В связи с относительно большим диапазоном значений в этой таблице, принятая по указанному методу величина контрольной плотности, подлежит обязательному уточнению в течение первого сезона работ на объекта.

Примечание: Величина контрольной плотности сухого грунта при одинаковых грунтах и способе выпуска пульпы на карту намыва должна назначаться на 0,I-0,2 г/см^3 выше для плотин, намываемых с одним или обоими свободными откосами, по сравнению с устанавливаемой для плотин с обоими принудительно формируемыми откосами и центральным технологическим прудком.

9. Величину контрольной плотности сухого грунта по материалам опытного или первоочередного намыва следует принимать как среднестатистическую по количеству определений на карте намыва, предусмотренному программой исследований или геотехнического контроля.

Из общего числа определений при подсчете средней плотности должно быть исключено 5% проб с самой низкой и 5% проб с самой высокой плотностью. Это обусловлено большим разбросом показателей плотности намытого грунта, вызванным воздействием на оседающие частицы одним лишь потоком пульпы.

Примечание: Величина контрольной плотности сухого грунта практически совпадает со значениями нормативной плотности, определяемой по методике, указанной в ГОСТ 20522-75. Расчетные значения плотности должны устанавливаться по указаниям СНиП 2.02.01-83 п.2.13, СНиП 2.06.05-84 п.1.18и"Рекомендаций по проектированию намывных плотин" п.5.2.

10. Коэффициент фильтрации намытого грунта должен соответствовать и быть не выше установленных в проекте и ТУ контрольных значений. В отдельных случаях, например, при формировании низовой зоны неоднородной плотины, некоторое повышение величины $K_ф$ (коэффициента фильтрации) по отношению к первоначально назначенному допустимо, но при соответствующем уточнении контрольной величины этого показателя.

11. Повышение коэффициента фильтрации в ходе производства работ может быть достигнуто путем увеличения отмыва и сброса мелких песчаных, пылеватых и глинистых частиц грунта.

12. На величину коэффициента фильтрации существенно влияет слоистая текстура намытого грунта, вызывающая анизотропную (различную по направлениям) водопроницаемость. В случаях, когда разница в средних значениях коэффициентов фильтрации, отобранных по пробам вдоль и поперек слоев намыва, превышает 1,5-2,0, пробы следует определять раздельно по указанным слоям, а коэффициент фильтрации подсчитывать по формуле:

$$K_ф = \sqrt{K_s \; K_п},$$

где K_s и $K_п$ - соответственно коэффициенты фильтрации вдоль и поперек слоев намыва.

В остальных случаях коэффициент фильтрации следует определять по пробам, отбираемым перпендикулярно к поверхности намыва.

I3. Для плотин с ядром, содержащим пылеватые и глинистые грунты, дополнительно к указанным выше физико-механическим характеристикам должны быть установлены значения числа пластичности и показателя текучести.

Контрольным значениям должны соответствовать фактические показатели. При их несовпадении необходимо изменить состав грунта в ядре с применением комплекса мер, связанных с уточнением конструкции плотины и технологии намывных работ. В этих случаях подлежат изменению ширина ядра и промежуточной зоны (и соответственно ширина прудка и припрудковой части профиля плотины), состав грунта, направляемого в прудок, объем и содержание грунта, сбрасываемого через водосбросные устройства.

Эти мероприятия должны быть согласованы с генеральной проектной и субпроектными организациями и службой геотехнического контроля.

При невозможности обеспечить контрольные значения указанных характеристик грунта в ядре плотины вопрос об их корректировке должен быть решен головной проектной организацией.

I4. Контрольные значения грунта (угла внутреннего трения и коэффициента сцепления) должны назначаться по результатам изысканий и исследований продуктивной толщи карьерного грунта, используемого для намыва плотин. В процессе намыва проверки этих показателей должны осуществляться эпизодически по заданиям головной проектной организации, поскольку технологические факторы на их величину влияют опосредственно, через постоянно контролируемые гранулометрический состав грунта и его плотность.

I5. Изменение предельного угла внутреннего трения по направлению (φ_α) в массиве в зависимости от угла (α) наклона плоскости сдвига к плоскости простирания, слоев определяется по

квадратично-синусоидальной зависимости:

$$\varphi_\alpha = \varphi_1 + (\varphi_2 - \varphi_1)\sin^2\alpha$$

при $0 \leq \alpha \leq 90^0$,

где φ_1 - угол внутреннего трения вдоль простирания слоев намытых отложений;

φ_2 - тоже поперек простирания слоев.

Количественная оценка текстурой прочности намытого массива, зависящей от ориентации и расположения грунтовых частиц, оценивается коэффициентом анизотропии прочности $A^\tau = \varphi_2 / \varphi_1$.

Контролируемые значения углов внутреннего трения (φ_α) несвязных грунтов следует назначать с учетом следующих коэффициентов анизотропии прочности (A^τ):

песок пылеватый	I,I
песок мелкий	I,I5-I,20
песок средний	I,20-I,30
песок крупный	I,20-I,30
песок гравелистый	I,I5-I,20
песок гравийный с содержанием песка менее 50%	I,I5

Примечание: *большие значения коэффициентов анизотропии прочности относятся к грунтам с неокатанными зернами, меньшие - к грунтам с зернами окатанной формы.*

Приложение 10
Обязательное

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ЗА НАМЫВОМ ПЛОТИНЫ

I. Контроль за качеством намыва плотин должен проводиться в течение всего периода производства работ.

2. Контроль должен заключаться в проверке:

а) правильности выполнения подготовительных работ, их соответствия проектам организации строительства и производства работ;

б) соблюдения установленной проектом производства работ технологии разработки грунта в карьере (профильной выемки) в части обеспечения установленных габаритов по размерам в плане и глубине при извлечении грунта, порядка разработки участков карьеров (выемок), недопущения подачи в плотины грунта, не соответствующего проекту и ТУ;

в) соблюдения принятой в проектах организации строительства и производства работ технологии намыва грунта в плотины, требований в этой части технических условий на возведение сооружения;

г) обеспечения указанных в проекте производства работ внешних размеров плотины и их внутренних конструктивных элементов (зон), соответствия фактической оси, установленной в проекте плотины, правильности принятых для строительного периода заложения откосов, положения берм, отметок гребня и отдельных частей, недопущения недомыва по отношению к профилю, принятому в проекте производства работ и перемывов сверх предельных допускаемых отклонений;

д) соответствия фактических геотехнических характеристик грунта контрольным, принятым в проекте и технических условиях;

е) общего состояния возводимой плотины и ее откосов.

3. Контроль за намывом плотин должен осуществляться в соответствии с требованиями СНиП 3.02.01-87, табл.13, а также согласованной с Госстроем СССР, Инструкцией по контролю качества возведения намывных земляных сооружений", ВСН 43-71[Х] Минэнерго (изд. "Энергия", М., 1974) и утвержденной Минэнерго СССР инструкцией "Геотехнический контроль за подготовкой оснований и возведением грунтовых сооружений в энергетическом строительстве" РДЗУ-3415.009-88 (Изд. Информэнерго, М., 1988).

4. Организация и порядок проведения геотехнического контроля должны быть приняты в соответствии с "Типовым положением о службе геотехнического контроля в энергетическом строительстве", утвержденным Минэнерго СССР 28 февраля I987 г.

5. Контроль, связанный с геодезическими замерами, должен осуществляться геодезической службой субподрядной организации, ведущей гидромеханизированные работы, с привлечением представителей соответствующей службы генподрядчика по строительству.

Примечание: При необходимости выполнения замеров состояния откосов и плотин в целом с применением сложной инструментальной техники к контролю по заказу дирекции строящегося объекта или генерального проектировщика могут быть привлечены специализированные организации.

6. Для геотехнического контроля за возведением намывных плотин I-III классов в составе грунтовых лабораторий генподрядчика по строительству должны создаваться геотехнические посты с возможным включением в их состав по соглашению генподрядчика и субподрядчика работников организации, осуществляющей гидромеханизированные работы.

7. При возведении намывных однородных плотин в состав контролируемых геотехнических параметров, осуществляемых в процессе производства работ, должны быть включены определения гранулометрического состава и плотности сухого грунта. По требованию генеральной проектной организации дополнительно могут определяться коэффициент фильтрации грунта и его плотность в максимально плотном и максимально рыхлом состояниях.

8. Состав определяемых в процессе работ дополнительных физико-механических характеристик грунта ядра или центральной зоны неоднородных плотин должен в каждом отдельном случае уста-

навливаться в технических условиях на возведение сооружения.

9. Определение других характеристик намытых грунтов в состав работы геотехнических постов по контролю за намывом плотины не должно включаться. При необходимости исследования грунта по расширенной программе, задаваемой генеральной проектной организацией или заказчиком строительства, должны выполняться грунтовой лабораторией строительства или привлекаемыми научно-исследовательскими или иными специализированными организациями.

10. Нормы отбора проб при проведении геотехнического контроля за намывом плотин должны приниматься по указаниям СНиП 3.02.01.87 табл.13, прим. 3.

11. Контроль за возведением плотин, намываемых в период с отрицательной температурой воздуха, должен обеспечивать выполнение требований, приведенных в главе 7 настоящих ВСН.

Приложение 11.
Обязательное

ПРОМЕЖУТОЧНАЯ ПРИЕМКА ПОСЛЕ НАМЫВА ПЛОТИН

1. При намыве плотин промежуточной приемке с составлением актов освидетельствования и актов на выполнение скрытых работ подлежат:

подготовка оснований плотин;

замена некачественных грунтов в основании;

укладка в основаниях дренажей и фильтров;

устройство защитных пригрузок дренажей, фильтров, отсыпка переходных слоев;

установка плит-марок и контрольно-измерительной аппаратуры;

устройство водосбросных систем с пригрузкой водосбросных трубопроводов в пределах оснований плотин;

устройство дамб первичного обвалования;

подготовка карьеров к разработке грунта;

выполнение подготовительных строительно-монтажных работ, относящихся к использованию гидромеханизации на объекте.

2. При сдаче намытых плотин для производства последующих работ (оформление и крепление откосов и гребня, устройство наклонных и встроенных дренажей, фильтров и т.п.) должна быть проведена промежуточная приемка рабочей комиссией с освидетельствованием выполненных работ и проверкой исполнительной документации, в том числе актов на скрытые работы. При этом подлежат проверке и соответствие проектам организации строительства и производства работ;

расположение плотин в плане и его размеры;

отметки намытой плотины и его частей;

крутизна откосов;

отсутствие недомывов;

характеристика грунта плотины;

тампонирование водосбросных систем в теле плотины;

расположение и оформление резервов, кавальеров бэрм; нагорных канав, устройство которых включалось в проектную документацию на гидромеханизированные работы.

3. При приемке намытых плотин рабочей комиссией должны представляться исполнительные чертежи, в том числе поперечники с геодезической съемкой согласно указаний СНиП 3.02.01.87 табл.13, п.6, материалы промежуточных приемок, а также для плотин I-III классов и соответствующих участков замыва пазух - поперечные разрезы по контролируемым геотехническим створам с нанесением пунктов отбора проб и значений основных физико-механических характеристик намытого грунта с приложением ведомостей показателей или геотехнических отчетов.

4. При приемке намытых в зимнее время плотин должно быть проведено контрольное бурение или шурфование для определения физико-механических характеристик грунта после оттаивания и проверки отсутствия в теле плотины линз и прослоек мерзлоты и льда.

Материалы проверки должны быть включены в исполнительную документацию.

Приложение I2
Справочное

ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ И СПРАВОЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕХНОЛОГИИ РАЗВЕДЕНИЯ ПЛОТИН ИЗ ГРУНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

I. "Рекомендации по проектированию и возведению плотин из низкопрочных и засоленных грунтов", ВНИИ "ВОДГЕО", Госстрой СССР, М., I98I.

2. "Рекомендации по разработке карьеров, транспортированию и укладке грунта и камня в плотины из грунтовых материалов", Москва, ВОДГЕО, I978.

3. "Рекомендации по применению виброкатков для уплотнения несвязных и малосвязных грунтов и материалов в гидротехническом строительстве", В-27-86 ВНИИГ , Ленинград, I986.

4. "Рекомендации по контролю качества возведения насыпных плотин из грунтовых материалов", П-№ 767-I982 г. Гидропроект.

5. Инструкция по гидравлическому расчету систем напорного гидротранспорта грунтов П-59-72 (Минэнерго СССР, ВНИИГ им.Б.Е. Веденеева), Л., Энергия, I972.

6. Рекомендации по проектированию намывных плотин (на стадии строительства) П-31-86/ВНИИГ (Минэнерго СССР, ВНИИГ им.Б.Е. Веденеева; Всесоюзный трест "Гидромеханизация"), ВНИИГ, Л.,1987.

7. Инструкция по контролю качества возведения намывных земляных сооружений ВСН 43-71 (Минэнерго СССР, ВНИИГ им.Б.Е. Веденеева; Всесоюзный трест "Гидромеханизация"), Л., Энергия, 1974 (Инструкция согласована с Госстроем СССР).

8. "Временная инструкция по возведению грунтовых противофильтрационных устройств плотин в северной строительно-климатической зоне", ВН-28-81 Минэнерго СССР, Москва, 1982.

9. "Рекомендации по созданию противофильтрационных устройств в грунтовых плотинах мерзлого типа", П-844-86 Гидропроекта, Москва, 1986.

10. Справочник строителя "Земляные работы", Стройиздат, Москва, 1984.

11. Справочник проектировщика "Гидротехнические сооружения", Москва, Стройиздат, 1983 (под общей редакцией доктора технических наук, проф. В.П.Недриги).

12. Атаев С.С., Канторер С.Е. и др. "Технология и механизация строительного производства", Москва, Высшая школа, 1983.

13. Фенин Н.К., Громов В.Н., Яковлевский В.Г. "Проектирование производства гидромелиоративных работ", Колос, Москва, 1966.

14. Макаров В.И. "Термосифоны в северном строительстве", Наука, Сибирское отделение, Новосибирск, 1985.

15. Неклюдов М.К. "Механизация уплотнения грунтов",Москва, Стройиздат, 1985.

16. Беликов Ю.П., Левинзон А.Л., Резунов А.В. "Земляные работы", Москва, Стройиздат, 1983.

17. Чураков А.И., Волнин Б.А., Степанов П.Д., Шайтанов В.Я. "Производство гидротехнических работ", М., Стройиздат, 1985.

СОДЕРЖАНИЕ

		Стр.
I.	Общие положения	3
2.	Классификация плотин из грунтовых материалов по способу возведения	3
3.	Материалы для возведения плотин из грунтовых материалов	4
4.	Технология возведения плотин из грунтовых материалов	5
	4.I. Исходные данные для проектирования технологии	5
	4.2. Принципы проектирования технологии возведения плотин из грунтовых материалов	5
5.	Возведение насыпных плотин	7
	5.I. Разработка грунтов в полезных выемках и карьерах	7
	5.I.I. Организация карьеров	7
	5.I.2. Разработка грунтов	I0
	5.I.3. Совместная разработка двух и более разностей	I4
	5.2. Кондиционирование грунтов	I4
	5.2.I. Подсушка грунтов	I4
	5.2.2. Доувлажнение грунтов	I6
	5.2.3. Улучшение гранулометрического состава грунтов	I7
	5.3. Транспортирование грунтов	I8
	5.3.I. Транспортные средства и схемы транспортирования грунтов	I8
	5.3.2. Грунтовозные автодороги	24
	5.4. Укладка грунтов	25
	5.4.I. Подготовка основания	26
	5.4.2. Укладка грунтов на технологические карты	26
	5.4.3. Разравнивание и планировка отсыпанных грунтов	30
	5.4.4. Уплотнение грунтов	3I
	5.4.5. Контроль за работой уплотняющих механизмов	40
	5.4.6. Технологические исследования и опытно-производственные насыпи	44

стр.

5.5. Контроль качества возведения плотин из грунтовых материалов 47
5.5.I. Общие положения 47
5.5.2. Контролируемые параметры 48
5.5.3. Контроль качества при разработке грунтов и их кондиционировании 49
5.5.4. Контроль качества при укладке грунтов .. 50

6. Возведение намывных плотин 52
6.I. Общие положения 52
6.2. Грунты для намыва и способы их обогащения 55
6.3. Организация карт намыва 57
6.4. Отвод осветленной воды при намыве плотин 58
6.5. Отсыпка обвалования 60
6.6. Технологические операции по укладке труб при безэстакадном намыве 61
6.7. Намыв подводных частей плотин 63
6.8. Технология намыва плотин со свободными или частично обжатыми откосами 65
6.9. Технология возведения однородных плотин с обоими принудительно формируемыми откосами 69
6.I0. Технология намыва неоднородных плотин 75
6.II. Интенсивность намыва плотин 82
6.I2. Замыв пазух 83
6.I3. Уплотнение намытого грунта 86

7. Особенности производства работ по возведению плотин в зимних условиях 88
7.I. Разработка грунта в выемках и карьерах 88
7.2. Укладка связных грунтов в зимних условиях 93
7.3. Организация и технология намыва плотин в зимних условиях 98
7.4. Особенности техники безопасности при возведении плотин в зимних условиях I02

Приложение I. Обязательное. Состав геотехнических характеристик, необходимых для проектирования технологии возведения плотин из грунтовых материалов I04

Приложение 2. Обязательное. Разработка грунта одноковшовыми экскаваторами I06

стр.

Приложение 3. Справочное	Некоторые методы кондиционирования грунтов при возведении плотины	II5
Приложение 4. Справочное	Расчет гранулометрических составов оптимальных грунтовых смесей для возведения плотины	I25
Приложение 5. Справочное	Особенности контроля качества возведения высоких плотин из крупнообломочных грунтов или песчаных и глинистых грунтов, содержащих крупные обломки с большой неоднородностью гранулометрического состава	I33
Приложение 6. Справочное	Технические характеристики основного оборудования, используемого при возведении плотин способом гидромеханизации	I35
Приложение 7. Справочное	Способы и технологические схемы намыва грунта	I40
Приложение 8. Обязательное	Технология разработки грунта в выемках и карьерах при намыве плотин	I44
Приложение 9 Обязательное	Назначение контрольных показателей физико-механических характеристик намытого грунта	I46
Приложение I0. Обязательное	Контроль качества за намывом плотин ..	I52
Приложение II. Обязательное	Промежуточная приемка после намыва плотин	I55
Приложение I2. Справочное	Перечень нормативно-методической и справочной литературы по технологии возведения плотин из грунтов материалов	I57

Заказ 373 Тираж I00

Отпечатано в типографии объед-я "Гидропроект"