

Государственный производственный комитет по энергетике и электрификации СССР

ГЛАВЭНЕРГОПРОЕКТ

**ТЕХНИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВОЗВЕДЕНИЮ ЗЕМЛЯНЫХ СООРУЖЕНИЙ
СПОСОБОМ ОТСЫПКИ
ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ В ВОДУ**

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ЭНЕРГЕТИКЕ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

ГЛАВЭНЕРГОПРОЕКТ

ТЕХНИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВОЗВЕДЕНИЮ ЗЕМЛЯНЫХ СООРУЖЕНИЙ
СПОСОБОМ ОТСЫПКИ
ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ В ВОДУ

*Составлены во Всесоюзном
научно-исследовательском
институте гидротехники
имени Б. Е. Веденеева
и утверждены главным инженером
Главэнергопроекта*



ГОСУДАРСТВЕННОЕ
МОСКВА

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ
1963

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕНИНГРАД

Технические указания по возведению земляных сооружений
способом отсыпки глинистых грунтов в воду

Редактор *Б. Н. Ржонский*

Технический редактор *Е. П. Каган*

М-45290. 11-VII-63 г. Печ. л. 27/8. Зак. 101. Тир. 600. Цена 15 коп.

Типография Всесоюзного научно-исследовательского института гидротехники
имени Б. Е. Веденеева. Ленинград, К-64, Гжатская ул., 21.

Настоящие „Технические указания по возведению земляных сооружений способом отсыпки глинистых грунтов в воду“ являются результатом научно-исследовательских работ, выполненных Всесоюзным научно-исследовательским институтом гидротехники (ВНИИГ) имени Б. Е. Веденеева, и опытных исследований в производственных условиях, проведенных ВНИИГом совместно с проектными и строительными организациями.

Обобщение накопившегося опыта возведения земляных сооружений этим способом и составление Технических указаний произведены по заданию Министерства энергетики и электрификации СССР.

При составлении Технических указаний были использованы:

1. Отзывы, предложения и замечания многих проектных и строительных организаций и специалистов-гидротехников, в особенности главного специалиста Ленинградского отделения Гидропроекта А. М. Масленикова.

2. Проект инструкции по возведению насыпей способом отсыпки грунта в воду, составленный Волгоградским отделом НИСа Оргэнергостроя.

3. Обобщение опыта проектирования и строительства земляных плотин методом отсыпки грунта в воду, произведенное Среднеазиатским отделением Гидропроекта.

4. Результаты опытных исследований бассейнов и пульпохранилищ с экранами, возводимыми способом отсыпки глины в воду.

Технические указания составлены групповым инженером П. И. Володенковым при участии канд. техн. наук И. Е. Картелева, рассмотрены Комиссией Ученого совета ВНИИГа имени Б. Е. Веденеева под председательством канд. техн. наук О. В. Вяземского.

Технические указания рассмотрены и утверждены Главэнергопроектом Министерства энергетики и электрификации СССР по решению № 28 от 5 января 1962 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В строительстве гидротехнических сооружений значительную долю составляют земляные работы, объемы которых исчисляются многими миллионами кубических метров.

Техника выполнения этих работ непрерывно совершенствуется, создаются новые типы машин и механизмов, новые, более эффективные, способы производства работ.

Однако до сего времени возведение качественных насыпных сооружений, а в особенности возведение противофильтрационных устройств в виде ядер, экранов и понуров из тяжелых суглинков и глин, как правило, осуществляется со значительными трудностями.

Однородные земляные плотины могут быть построены из супесчаных и даже песчаных грунтов, а противофильтрационные устройства — только из связных глинистых грунтов.

Сооружения из песчаных грунтов возводятся преимущественно способом гидромеханизации. Этот способ весьма прогрессивен, но область его применения ограничена несвязными грунтами.

Сооружения из глинистых грунтов возводятся преимущественно способом послойной укатки. Этот способ громоздкий, трудоемкий, не всегда обеспечивающий необходимые качественные показатели грунта в возводимых сооружениях. Объемный вес грунта может колебаться от $1,40 \text{ т/м}^3$ в основании 15-сантиметрового слоя до $1,75 \text{ т/м}^3$ на его поверхности. Коэффициенты фильтрации вдоль слоев в десятки раз больше, чем поперек слоев. Различные плотности в слоях такого сооружения создают условия для образования сосредоточенной фильтрации и даже для разрушения сооружения.

Трудности возведения монолитных сооружений заключаются в самой технологии работ, так как даже применение современных машин и механизмов не может обеспечить необходимых структурных изменений глинистых грунтов в процессе их укладки в сооружения.

Глинистые грунты могут приобретать монолитность только в том случае, если в процессе укладки и уплотнения комки будут раздроблены на составные части. Это раздробление может

происходить как под воздействием давления уплотняющих механизмов, так и под физико-химическим воздействием воды.

В практике возведения земляных сооружений используются оба приема раздробления комков, при этом для повышения эффективности механического воздействия грунтам придают такую влажность, при которой сказывается расклинивающее и смазывающее действие тонких пленок воды, способствующее разрушению комков и перемещению частиц.

Чем выше влажность укладываемых грунтов, тем в большей степени к разрушительному влиянию механического воздействия присоединяется и физико-химическое воздействие воды. Однако увеличение влажности способствует повышению эффективности уплотнения только до определенного предела, повышение этого предела увлажнения приводит к выпиранию грунтов из-под уплотняющих механизмов, а следовательно, исключает возможность их уплотнения.

Карьерные грунты всегда имеют неодинаковую влажность и механический состав как по глубине, так и по площади забоя; разрабатываются они до различной степени комковатости, подвозятся различными транспортными средствами и на различные расстояния. Поэтому при возведении сооружений способом послойной укатки увлажнение или подсушивание грунта до состояния оптимальной влажности представляет собой неопределенный малоправляемый производственный процесс.

При возведении земляных сооружений способом отсыпки грунтов в воду многие из перечисленных трудностей отпадают, а производственный процесс упрощается, обеспечивая снижение сроков и стоимости строительства.

Способ отсыпки грунтов в воду при участии ВНИИГа имени Б. Е. Веденеева применен в 1944—1945 гг. в Средней Азии на постройке земляных плотин из лессовых грунтов. Техничко-экономическая эффективность этого способа послужила основанием для его применения на многих строительствах: Нива ГЭС-III, Нива ГЭС-I, на Князегубской, Ириклинской, Иркутской ГЭС, на Волжской ГЭС имени XXII съезда КПСС, на КарГРЭС-II и других объектах гидротехнического строительства.

На основе экспериментальных исследований и опытных работ, проведенных совместно со строительными организациями, ВНИИГ имени Б. Е. Веденеева разработал и издал в 1949 г. „Технические условия на земляные сооружения, возводимые способом отсыпки лессового грунта в воду“.

В последующих исследованиях ВНИИГа способ отсыпки грунтов в воду получил применение на строительстве плотин, дамб и противифльтрационных элементов водопорных сооружений из суглинков, тяжелых суглинков и глин. На основе современных машин и механизмов, опробованных в исследованиях на

производственных объектах, разработана технология возведения этих сооружений.

Настоящие Указания составлены на основе обобщения всех экспериментальных исследований ВНИИГа и обобщения опыта применения способа отсыпки глинистых грунтов в воду в различных производственных условиях.

При проектировании и возведении сооружений могут появиться дополнительные соображения и пожелания по расширению области применения этого способа и повышению эффективности его применения. Замечания и пожелания просим присылать по адресу: Ленинград, К 64, Гжатская улица, 21, Всесоюзный научно-исследовательский институт гидротехники имени Б. Е. Веденеева.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ЭНЕРГЕТИКЕ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР	Ведомственные строительные нормы Технические указания по возведению земляных сооружений способом отсыпки глинистых грунтов в воду	ГПКЭиЭ — 63
---	---	-------------

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Эффективность способа отсыпки грунтов в воду и область применения Технических указаний

§ 1. Эффективность способа отсыпки грунтов в воду определяется следующими основными положениями:

а) отпадает необходимость подсушивания или увлажнения грунтов до оптимальной влажности;

б) повышенное увлажнение грунтов в процессе их отсыпки в сооружения обеспечивает необходимое раздробление комков грунта на составные части. При этом лучше используются и транспортные средства, движение которых на карте отсыпки способствует переупаковке частиц грунта и придает им необходимую начальную плотность;

в) дальнейшее уплотнение грунта происходит под действием собственного веса, а также под влиянием физико-механических и химических процессов, происходящих в грунтах возводимого сооружения;

г) упрощается технология производства работ с высвобождением из производственного процесса разравнивающих и уплотняющих механизмов;

д) увеличивается длительность строительного сезона за счет возможности производить работы в пасмурную погоду при морозящих дождях и при отрицательных температурах в весенние и осенние заморозки;

е) достигается надежное сопряжение возводимых земляных сооружений с бетонными конструкциями и сооружениями, с естественными грунтами в берегах и в основании, а также сопряжение отдельных частей земляных сооружений, возведенных со значительным разрывом во времени;

ж) упрощается разработка карьерных грунтов за счет возможности производить безвыборочную экскавацию;

Внесены Всесоюзным научно-исследовательским институтом гидротехники имени Б. Е. Веденеева	Утверждены Главным инженером Главэнергопроекта 5 января 1962 г.	Срок введения июль 1963 г.
---	---	-------------------------------

з) исключается необходимость постройки перемычек и организации водоотлива при возведении сооружений отсыпкой грунта в естественные водоемы;

и) грунты в сооружениях, возводимых способом отсыпки их в воду, обычно характеризуются однородностью, монолитностью и высокими противифльтрационными свойствами, что особенно важно для понуров, экранов, ядер и других противифльтрационных элементов напорных сооружений;

к) представляется возможным развивать высокую интенсивность работ на большом фронте отсыпки;

л) достигаются во всех типах земляных водопорных сооружений необходимые качественные показатели при снижении сроков и стоимости строительства в сравнении со способом послойной укатки.

§ 2. Настоящие Технические указания предназначены для использования при проектировании производства работ, для возведения земляных плотин, дамб и противифльтрационных элементов напорных сооружений в виде экранов, ядер и понуров, применяемых в гидротехническом строительстве, а также для контроля за строительством этих сооружений.

§ 3. Техническими указаниями предусматривается применение способа отсыпки глинистых грунтов в воду для возведения земляных насыпных сооружений всех типов и классов.

§ 4. Настоящие Технические указания предусматривают применение способа отсыпки грунтов в воду для заделки трещин в земляных сооружениях и в естественных грунтах, для заделки пазух и других отсыпок в сопряжениях земляных сооружений с естественными грунтами и бетонными конструкциями.

§ 5. Для возведения земляных сооружений могут применяться следующие грунты: супеси, суглинки, глины, а при небольших объемах сооружения и песчаные грунты.

§ 6. Для уточнения технологии производства работ применительно к местным инженерно-геологическим и производственным условиям предусматривается проведение предварительных экспериментальных исследований и опытных работ в производственных условиях.

§ 7. При наличии каких-либо усложняющих обстоятельств, например, в случае неустойчивых просадочных оснований, в сейсмических районах и т. д., возможность применения способа отсыпки грунтов в воду решается в обычном порядке, установленном для обеспечения устойчивости сооружений, независимо от способа их возведения.

§ 8. Отсыпка грунтов в воду может производиться как в искусственные прудки, так и в естественные водоемы, без постройки перемычек и организации водоотлива. При этом подготовка дна естественного водоема определяется проектом, а скорости течения воды в водоеме не превышают скоростей, способных уносить глинистые частицы из укладываемого грунта.

ГРУНТЫ И КАРЬЕРЫ ДЛЯ СООРУЖЕНИЙ, ВОЗВОДИМЫХ СПОСОБОМ ОТСЫПКИ ГРУНТОВ В ВОДУ

II. Требования, предъявляемые к грунтам в зависимости от типа возводимого сооружения

§ 9. Грунты, предназначенные для возведения противофильтрационных устройств в виде экранов, ядер и понуров, должны удовлетворять, в первую очередь, требованиям водонепроницаемости.

§ 10. Грунты, предназначенные для укладки в экраны на откосах, должны в равной мере удовлетворять требованиям водонепроницаемости и устойчивости.

§ 11. Для возведения земляных плотин и дамб могут применяться все виды связных грунтов, но применение грунтов с высоким содержанием глинистых частиц может приводить к увеличению объемов отсыпки, а следовательно, к повышению стоимости сооружения. Поэтому применение тяжелых суглинков и глин для возведения земляных плотин и дамб должно быть обосновано технико-экономическими соображениями, с проведением опытных работ в производственных условиях.

§ 12. Для возведения противофильтрационных устройств могут применяться грунты с большим содержанием глинистых частиц, т. е. тяжелые суглинки и глины.

§ 13. Состав грунтов, предназначенных для отсыпки в сооружения, должен устанавливаться проектом. Количество органических примесей и водорастворимых солей во всех типах сооружений не должно превышать норм, устанавливаемых для гидротехнических сооружений Техническими условиями.

§ 14. Для отдельных конструктивных частей сооружений с различными условиями работы должны назначаться и грунты с соответствующими этим частям геотехническими показателями.

§ 15. Исследования карьерных грунтов должны проводиться в объеме и по методике, установленными Техническими условиями для строительства гидротехнических сооружений.

Дополнительно к этим исследованиям должна определяться степень размокаемости грунтов в воде, а также максимальная молекулярная влагоемкость.

§ 16. Для возведения сооружений способом отсыпки грунтов в воду пригодны грунты любой степени комковатости: от однородного по механическому составу порошкообразного состояния до крупных глыб, трудно поддающихся механическому раздроблению. При механизированной разработке плотных глин, неразмокаемых в воде, следует обеспечивать наличие 20 — 30% мелочи, необходимой для омоноличивания больших комьев глины в процессе возведения сооружения.

§ 17. При определении пригодности грунтов по гранулометрическому составу и другим физико-механическим свойствам ре-

Таблица 1

Наименование сооружения	Весовая влаж- ность, %	Объемный вес скелета, m/m^3	Удельный вес, m/m^3	Коэффициент пористости	Коэффициент водонасыщения	Пластичность			Процентное содержание частиц следующих диаметров, мм							
						верхний предел, %	нижний предел, %	число пла- стичности	более 1,0	1,0 — 0,5	0,5 — 0,25	0,25 — 0,10	0,10 — 0,05	0,05 — 0,01	0,01 — 0,005	менее 0,005
Земляная плотина НиваГЭС-I	17,9	1,79	2,70	0,50	0,89	21,0	16,0	5,0	3,0	1,1	3,9	10,5	29,0	20,0	32,5	—
Земляная плотина ХишрауГЭС	18,0	1,60	2,70	0,69	0,71	24,9	16,9	8,0	29,5	—	—	19,2	—	42,1	9,2	—
Земляная плотина КарГЭС-II	16,0	1,64	2,70	0,65	0,67	34,0	17,4	16,6	12,7	—	5,2	8,5	25,3	7,7	29,7	10,9
Ядро земляной плоти- ны Иркутской ГЭС . .	23,5	1,52	2,64	0,74	0,84	34,5	16,8	17,7	0,1	0,8	0,4	3,2	17,6	48,3	11,3	18,3
Понур и экран камен- но-набросной плотины Ириклинской ГЭС . . .	17,0	1,54	2,73	0,77	0,60	40,0	20,0	20,0	0,3	0,1	0,7	3,0	13,2	37,3	15,5	29,9
Понур водосливной плотины Волжской ГЭС имени XXII съезда КПСС	22,0	1,65	2,71	0,64	0,93	35,9	16,6	19,3	—	0,4	0,8	8,6	10,7	15,9	25,2	33,4
Экран опытного бас- сейна	25,7	1,51	2,59	0,72	0,93	40,5	20,5	20,0	—	—	0,7	2,5	2,6	60,6	33,6	—
Земляная плотина Нижебозсуйской ГЭС №3	16,0	1,55	2,70	0,72	0,60	25,0	20,0	5,0	—	—	—	3,0	9,2	52,3	28,3	7,2

комендуется пользоваться данными табл. 1, составленной по материалам исследований грунтов в некоторых сооружениях, построенных способом отсыпки грунтов в воду.

III. Разработка карьерных грунтов и доставка их к месту отсыпки в сооружения

§ 18. Карьеры выбираются на основе инженерно-геологических исследований и тех требований, которые предъявляются к устойчивости и водонепроницаемости возводимых сооружений.

§ 19. Карьеры должны выбираться по возможности ближе к сооружению, а при возведении сооружений значительной длины и с большими объемами работ рекомендуется иметь карьеры с двух сторон-берегов.

§ 20. При расположении карьера в непосредственной близости от возводимого сооружения допустимое приближение к нему и глубина карьерной разработки определяются проектом производства работ.

§ 21. Вскрыша карьеров должна производиться с тщательной очисткой от грунтов, непригодных для отсыпки в сооружения.

§ 22. В случае необходимости карьер может быть окружен нагорными канавами, обеспечивающими перехват и отвод поверхностных вод за пределы площади карьера.

§ 23. Въезды в карьер и выезды из него, а также подъезды к забоям должны иметь дорожные покрытия, обеспечивающие движение транспорта в дождливую погоду.

При скреперной разработке и доставке грунтов необходимость в дорожных покрытиях отпадает.

§ 24. Разработка грунтов в карьере должна производиться в соответствии с планом, составленным по результатам геологической разведки. На этом плане должны быть нанесены границы карьера с указанием глубин выработок по поперечникам.

§ 25. Запасы грунта в карьере должны превышать объемы возводимого сооружения не менее чем на 20%.

✓ § 26. Приемка карьера оформляется специальным актом, к которому должны быть приложены результаты лабораторных определений геотехнических показателей грунтов, карта карьера, подсчеты запасов пригодного грунта, план и профили возводимого сооружения с указанием номеров забоев, из которых должен доставляться грунт.

§ 27. Способ отсыпки грунтов в воду предусматривает высокую интенсивность возведения сооружений, поэтому для производства работ необходимо выбирать машины и механизмы максимальной производительности, а их количество устанавливать в соответствии с заданной интенсивностью.

§ 28. Для разработки карьерных грунтов рекомендуется применять преимущественно одноковшовые экскаваторы на гусеничном ходу.

§ 29. Для доставки грунта могут применяться автосамосвалы ЗИЛ-585, МАЗ-205, ЯАЗ-210-Е, МАЗ-525 и автосамосвалы других типов.

✓ § 30. В целях наиболее эффективного использования транспортных машин для начального уплотнения отсыпаемых грунтов рекомендуется применять автосамосвалы грузоподъемностью 10, 25 и более тонн.

§ 31. При возведении всех типов сооружений, в особенности в районах с продолжительной дождливой погодой, рекомендуется применять трехосные автосамосвалы, обладающие хорошей проходимостью по смоченной глине, в особенности при выходе из карьера и при подъемах на карты возводимого сооружения, близко подходящие к бровке отсыпки и обеспечивающие сбрасывание грунта непосредственно в воду.

§ 32. Емкость ковша экскаватора и грузоподъемность автосамосвала должны быть согласованы так, чтобы автосамосвал заполнялся полностью погрузкой одного или нескольких ковшей экскаватора. Например, при наличии экскаваторов СЭ-3 рекомендуется принимать автосамосвалы ЯАЗ-210-Е, емкость кузова которых и грузоподъемность соответствуют емкости двух ковшей экскаватора.

✓ § 33. Экскаваторная разработка карьерных грунтов должна производиться забоями с максимально возможной для данного типа экскаватора высотой. Разработка забоями максимальной высоты не должна изменяться даже при наличии прослоек грунтов с различным механическим составом. Опыт показал, что в процессе разработки, транспортировки и отсыпки грунтов в воду механический состав и другие характеристики карьерных грунтов осредняются.

§ 34. Выборочная разработка карьерных грунтов по глубине и площади забоев может допускаться только при наличии прослоек грунтов, совершенно непригодных для укладки в сооружение.

§ 35. Необходимость выборочной разработки карьера должна иметь специальное обоснование в проекте производства работ.

§ 36. При разработке моренных грунтов, предназначенных для укладки в земляные плотины, отсортировке подлежат только крупные валуны, не забираемые ковшом экскаватора.

При укладке моренных грунтов в экраны, ядра и понуры отсортировке подлежат валуны диаметром более 20 см.

§ 37. Разработка и доставка грунтов скреперами может допускаться при небольших объемах возводимого сооружения и при расположении карьерных грунтов на незначительных расстояниях от него.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ СООРУЖЕНИЙ СПОСОБОМ ОТСЫПКИ ГРУНТОВ В ВОДУ

✓ IV. Технология производства земляных работ по отсыпке грунтов в сооружения

§ 38. Площадь территории, занимаемой под сооружение, должна быть очищена от деревьев, кустарников, пней, строительного мусора и всякого рода строений.

✓ § 39. На очищенной площадке производится и закрепляется точная инструментальная разбивка возводимого сооружения.

✓ § 40. Знаки разбивки и реперы, установленные по периметру сооружения, сохраняются до конца строительства.

§ 41. Зачистка основания сооружения до проектных отметок, удаление илистых, торфянистых и прочих грунтов, непригодных в качестве основания возводимого сооружения, должны производиться в соответствии с проектом.

✓ § 42. Все шурфы, разведочные скважины, старые колодцы, естественные родники тщательно тампонируются с помощью мер, предусмотряемых в проекте производства работ.

§ 43. При выемке котлована рекомендуется оставлять защитный слой, толщина которого устанавливается в зависимости от наличия грунтовых вод, длительности существования защитного слоя и местных климатических условий, под влиянием которых защитный слой может разрушаться.

Снятие защитного слоя должно производиться непосредственно перед началом отсыпки грунта в тело сооружения.

§ 44. Для сооружений, располагающихся в русле реки с глубиной воды до 4 м, зачистка основания, если она признается необходимой, выполняется без осушения котлована. В этом случае толщина отсыпаемого первого слоя определяется глубиной воды в реке и превышением слоя над горизонтом воды.

§ 45. При глубинах более 4 м подготовка основания без осушения котлована и отсыпка грунта слоем более 4 м допускается после опытных работ, давших положительные результаты в производственных условиях.

§ 46. Возведение сооружений способом отсыпки грунтов в воду производится отдельными картами, размеры которых, т. е. объемы отсыпки грунта в каждую карту, определяются производительностью оборудования и установленной интенсивностью отсыпки грунта. Схема разбивки на карты показана на рис. 1.

✓ § 47. Оси карт укладываемого слоя необходимо смещать относительно осей ранее уложенного слоя на расстояние, определяемое толщиной отсыпаемых слоев и размерами дамбочек обвалования.

Расстояние смещения осей карт, а следовательно, и дамбочек обвалования, рекомендуется принимать не менее

$$C = 2l,$$

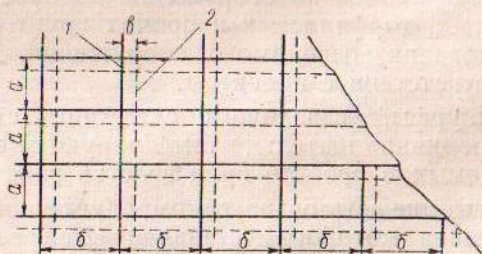
где l — ширина основания дамбочки обвалования (рис. 2).

§ 48. Толщина слоя отсыпки определяется физико-механическими свойствами грунта, интенсивностью его отсыпки и грузоподъемностью транспортных машин.

При возведении сооружений из моренных супесей и суглинков высота слоя отсыпки может приниматься до 4 м.

При возведении сооружений из тяжелых суглинков и глин высота слоя отсыпки не должна превышать 2 м.

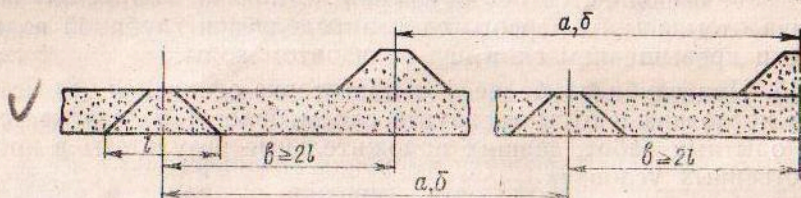
§ 49. При определении толщины слоя отсыпки необходимо принимать во внимание местные метеорологические условия (в



✓

Рис. 1. Схема разбивки основания укладки слоя на отдельные карты

a — ширина карты; b — длина карты; c — смещение осей карт;
1 — оси карт укладываемого слоя; 2 — оси карт ранее уложенного слоя.



✓

Рис. 2. Смещение осей карт и дамбочек обвалования

a — ширина карты; b — длина карты; c — смещение осей; l — ширина основания дамбочек;

условиях сухого жаркого климата толщина слоя отсыпки может назначаться больше, чем в условиях дождливой погоды).

§ 50. Толщина слоя отсыпки зависит также от типа сооружения. В противофильтрационных устройствах в виде понуров и горизонтальных экранов из любых грунтов толщина слоя отсы-

ки может назначаться до 4 м. В земляных плотинах, дамбах и экранах на откосах отсыпка тяжелых суглинков и глин должна производиться слоями не более 2 м.

§ 51. Понуры, экраны по дну бассейнов и обратные засыпки толщиной менее 4 м при любых грунтах должны возводиться в один слой.

§ 52. При заданной толщине слоя отсыпки площади карт (т. е. их объемы) рекомендуется принимать равными сменной производительности установленного оборудования.

§ 53. Дамбочки обвалования в пределах возводимого сооружения строятся из грунта, укладываемого в сооружение.

Грунт дамбочек обвалования укладывается под углом естественного откоса. Ширина дамбочек по верху должна обеспечи-

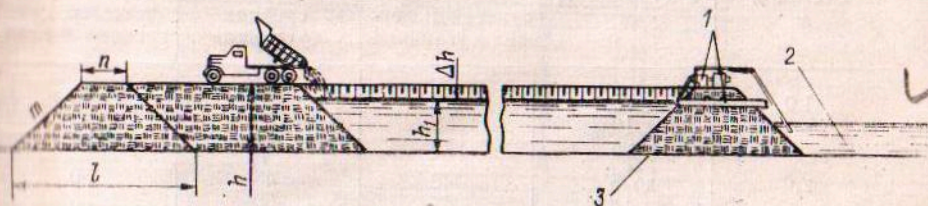


Рис. 3. Схема отсыпки грунтов в воду

1—насос или труба для удаления избытков воды; 2—соседняя карта; 3—основание сооружения или поверхность предыдущей отсыпки; h —высота слоя отсыпки; h_1 —глубина воды в прудке; Δh —запас сухого грунта над горизонтом воды; n —откосы дамбочек обвалования; n —ширина по верху дамбочек обвалования; l —основание дамбочек обвалования.

вать проход бульдозера, с помощью которого производится разравнивание и предварительное уплотнение грунта.

§ 54. При возведении сооружений с откосами, имеющими защитный слой из песчаных и песчано-гравелистых грунтов, наружные дамбочки обвалования могут строиться из грунтов этого защитного слоя. В частности, при возведении земляных плотин из тяжелых суглинков и глин с защитным слоем из песчаных грунтов на откосах дамбочки обвалования надлежит строить из грунтов защитного слоя.

§ 55. Заполнение карты водой производится центробежными насосами, производительность которых определяется установленным объемом карты и необходимостью ее заполнения к окончанию работ на предыдущей карте.

§ 56. При наличии на строительстве скважин грунтового водоотлива для заливки прудков рекомендуется применять воду этого грунтового водоотлива. В подобных случаях упрощаются работы по водоснабжению и облегчается отсыпка грунтов при отрицательных температурах.

§ 57. Отсыпка грунта в воду производится по схеме, приведенной на рис. 3.

✓ § 58. Глубина воды в прудке устанавливается в зависимости от свойств грунта, толщины слоя отсыпки и грузоподъемности транспортных машин. Эта глубина и запас слоя неувлажненного грунта над горизонтом воды в прудке устанавливаются проектом и корректируются в процессе возведения первых карт.

Для начала работ этот запас рекомендуется ориентировочно принимать по данным табл. 2.

§ 59. Заполнение отдельных карт производится пионерным способом с одной стороны, как это показано на рис. 4.

Таблица 2

Толщина слоя отсыпки, м	Грузоподъемность машин, т	Запас слоя неувлажненного грунта, см, при отсыпке		
		супесей и легких суглинков	средних суглинков	тяжелых суглинков и глин
1,0	до 5	30	35	40 ¹
	10	35	40	45
	25	45	50	55
2,0	до 5	40	45	50
	10	45	50	55
	25	55	60	65
3,0	до 5	50	55	60
	10	55	60	65
	25	65	70	75
4,0	до 5	60	65	70
	10	65	70	75
	25	75	80	85

§ 60. При заполнении карты грунтом горизонт воды в прудке сохраняется на постоянном установленном уровне. Избытки воды перекачиваются на соседнюю карту.

Перекачка избытков воды осуществляется передвижными центробежными насосами, производительность которых определяется интенсивностью отсыпки, влажностью и пористостью отсыпаемого грунта, а также водонасыщением грунта в процессе отсыпки.

§ 61. При малой интенсивности отсыпки грунтов перекачка избытков воды может производиться самотеком по трубам, укладываемым в дамбочках обвалования на уровне горизонта воды в прудке.

§ 62. Производительность насосов или пропускную способность труб в м³/час ориентировочно можно принимать равной интенсивности отсыпки грунта.

✓ § 63. Для обеспечения распада комьев на составные части водонасыщение отсыпаемого грунта должно превышать влажность, соответствующую нижнему пределу пластичности, но коэффициент водонасыщения при этом не должен превышать зна-

чений, равных 0,75 — 0,80. Увлажнение грунта должно регулироваться интенсивностью и равномерностью отсыпки.

§ 64. Начальное уплотнение отсыпаемого грунта обеспечивается динамическим воздействием машин, подвозящих грунт, поэтому в процессе отсыпки необходимо равномерное движение транспорта по всей площади возводимой карты с периодическим изменением направления движения груженого и порожнего транспорта.

§ 65. Дороги для подвозки грунта к возводимой карте необходимо располагать по ранее уложенному грунту и тем самым

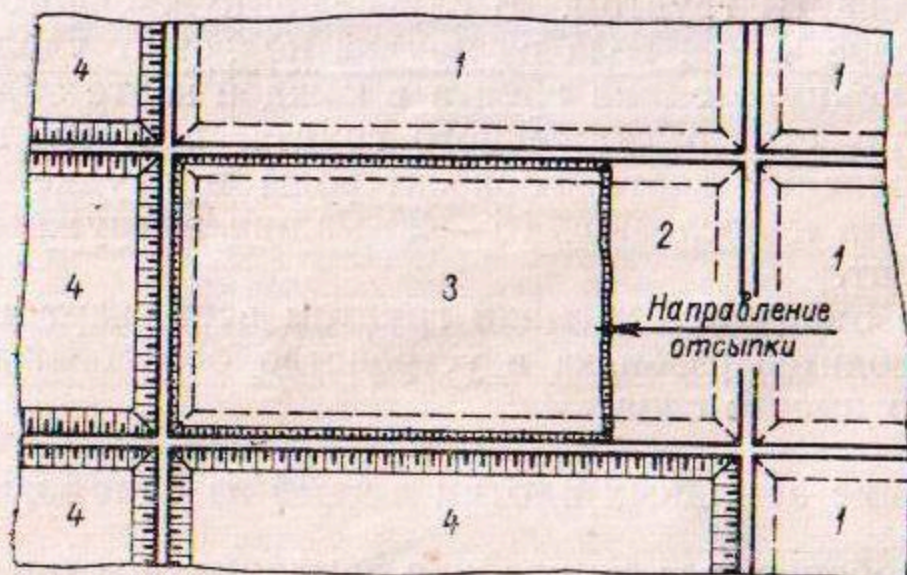


Рис. 4. Схема пионерной отсыпки грунта при последовательном заполнении карт

1—карты, заполненные грунтом; 2—часть возводимой карты, заполненная грунтом; 3—часть возводимой карты, заполняемая грунтом; 4—карты очередного заполнения.

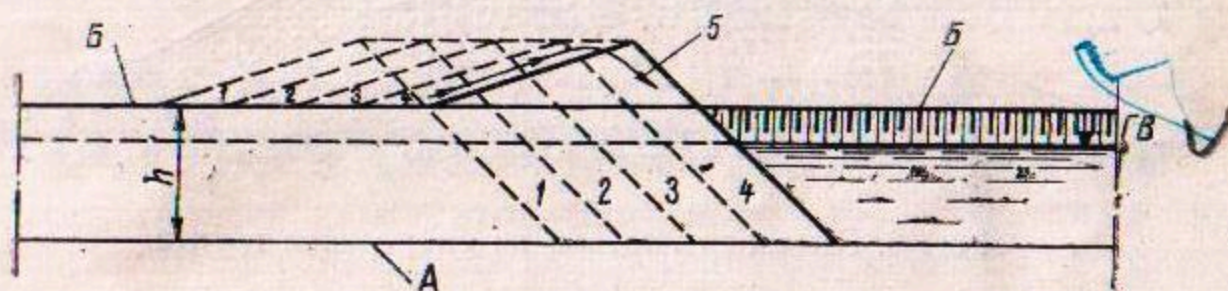


Рис. 5. Схема перевалки грунта бульдозером

h—высота отсыпаемого слоя; А—основание отсыпаемого слоя и дамбы обвалования; Б—поверхность отсыпанного слоя и дамбы обвалования; 1, 2, 3, 4—последовательность срезы и перевалки грунта бульдозером; 5—направление срезы и перемещения грунта.

наиболее эффективно использовать транспортные средства для механического уплотнения грунта в ранее возведенных картах.

§ 66. При подвозке грунта скреперами и двухосными автосамосвалами сбрасывание грунта непосредственно в воду затрудняется, а сбрасывание грунта бульдозером вызывает сдвигку бровки размокшего грунта в сторону прудка.

В таких случаях рекомендуется производить сбрасывание грунта в воду с перевалкой через бугорок на бровке отсыпки (рис. 5). При этом обеспечивается сбрасывание грунта непосредственно в воду и исключается возможность образования больших масс разжиженного грунта.

§ 67. При укладке в сооружения тяжелых суглинков и глин в пасмурную и дождливую погоду на карте отсыпки должен находиться дополнительный бульдозер для устройства подъездов к бровке отсыпки и обслуживания автосамосвалов на путях их движения по смоченной поверхности карты.

§ 68. Отсыпка должна производиться непрерывно до полного заполнения карты грунтом. В случае вынужденного перерыва, на два и более часов, вода из прудка подлежит удалению.

§ 69. К концу отсыпки грунта в каждой карте образуется некоторое количество разжиженного грунта, поэтому перед окончанием заполнения карты горизонт воды в прудке необходимо резко снижать и последние 15 — 20 машин выгружать в разжиженный грунт.

§ 70. По окончании засыпки грунтом всех карт возводимого слоя производится разбивка и устройство обвалования карт следующего по высоте слоя.

V. Возведение земляных плотин и дамб из однородного грунта

§ 71. Особенностью возведения земляных плотин и дамб из однородного грунта (рис. 6) являются большие объемы, боль-



Рис. 6. Земляная плотина из однородного грунта.

шое количество слоев по высоте и большое количество карт в каждом слое.

§ 72. Возведение сооружений этого типа может осуществляться с высокой интенсивностью отсыпки и большими картами объемом до 5 — 6 тыс. м³.

§ 73. Возведение сооружений может осуществляться с параллельным возведением нескольких карт и с подвозкой грунта с двух берегов.

§ 74. При раздельном возведении основного тела плотины и защитного слоя на откосах дамбочки обвалования по наружным граням должны возводиться из грунта, идущего в тело сооруже-

ния, с расположением и смещением осей дамбочек по схеме, приведенной на рис. 7.

§ 75. При возведении плотин одновременно с отсыпкой защитного слоя продольные дамбочки обвалования по наружному

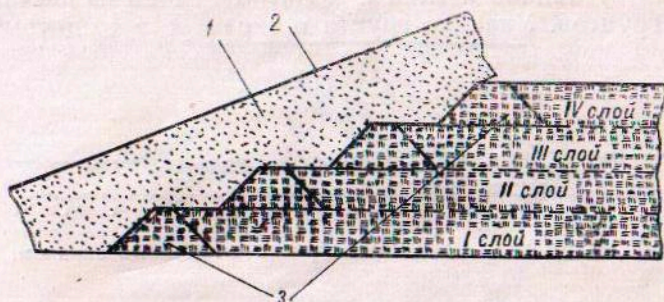


Рис. 7. Схема расположения и смещения осей наружных продольных дамбочек обвалования

1—защитный слой; 2—проектный откос; 3—наружные дамбочки обвалования.

Дамбочки обвалования из
грунтов защитного слоя

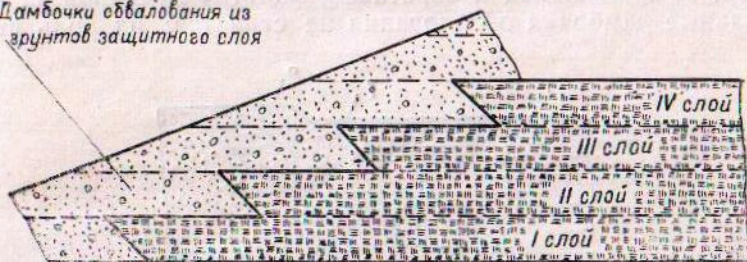


Рис. 8. Схема расположения дамбочек обвалования из грунтов защитного слоя на верховом откосе плотины из суглинков.

контур строятся из грунтов защитного слоя. Наружные откосы дамбочек обвалования должны устраиваться соответственно откосам возводимой плотины, с расположением и смещением осей дамбочек по схеме, приведенной на рис. 8.

✓ VI. Возведение экранов

§ 76. Экраны в плотинах из каменной наброски (рис. 9), а также на откосах бассейнов (рис. 10) отличаются небольшой толщиной, поэтому уложенные в них грунты должны удовлетворять наиболее высоким требованиям монолитности, водонепроницаемости и устойчивости.

§ 77. Для возведения экранов необходимо применять грунты по возможности с одинаковыми геотехническими свойствами как по глубине, так и по площади забоев в карьере.

§ 78. Экраны плотин и бассейнов возводятся преимущественно из тяжелых суглинков и глин с защитным слоем из песчано-гравелистых грунтов. Укладка грунта в экран и в защитный слой

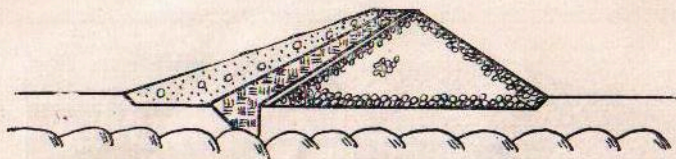


Рис. 9. Плотина из каменной наброски с глиняным экраном.

на откосах должна производиться с опережением отсыпки защитного слоя, выполняющего роль дамбочек обвалования.

§ 79. При возведении экрана по дну бассейна дамбочки обвалования у примыкания к откосам не строятся: их роль выполняют грунты откосов котлована.

✓ § 80. У примыкания к обратному фильтру каменной наброски продольные дамбочки обвалования не строятся: их роль выпол-

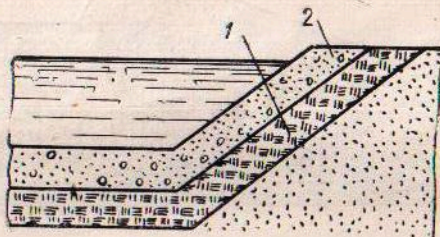


Рис. 10. Бассейн с глиняным экраном
1—глиняный экран; 2—защитный слой.

няют грунты обратного фильтра. Для снижения потерь воды из прудка обратный фильтр необходимо покрывать слоем грунта, предназначенного для укладки в экран.

§ 81. Наружные продольные дамбочки обвалования строятся из грунтов защитного слоя (рис. 11 и 12). При этом наружный откос дамбочек обвалования устраивается соответственно откосу защитного слоя плотины или бассейна. Для снижения потерь воды из прудка дамбочки обвалования необходимо покрывать слоем грунта, предназначенного для укладки в экран.

§ 82. Поперечные дамбочки обвалования при возведении экрана на откосах строятся из грунтов, укладываемых в экран со смещением осей дамбочек по высоте экрана.

✓ § 83. Дамбочки обвалования из грунтов защитного слоя возводятся способом послойной укатки. Плотность грунта в них должна быть достаточной для движения транспортных машин, подвозящих грунт в экран.

§ 84. В целях наиболее эффективного использования динамического воздействия транспортных машин для уплотнения грунтов рекомендуется последовательное возведение карт и слоев.

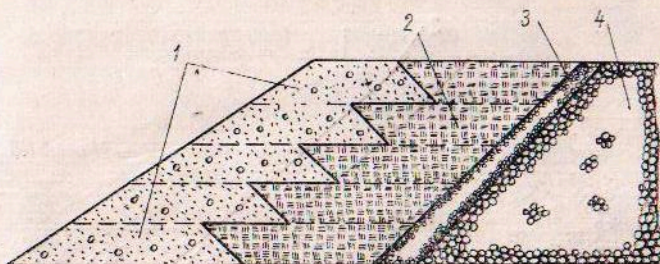


Рис. 11. Последовательность возведения экрана плотины из каменной наброски

1—дамбочки обвалования из грунтов защитного слоя; 2—экран; 3—обратный фильтр; 4—каменная наброска.

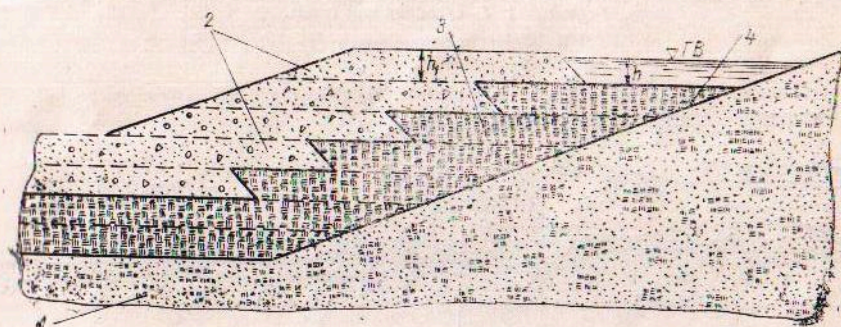


Рис. 12. Последовательность возведения экрана бассейна

1—дно котлована; 2—дамбочки обвалования из грунтов защитного слоя; 3—экран; 4—откос котлована; h —глубина воды в пруде; h_1 —высота отсыпного слоя.

Однако при наличии карьеров на двух берегах может применяться и одновременное с обоих берегов возведение сооружения.

✓ § 85. В виду одновременного возведения экрана и защитного слоя проверка их размеров и приемка работ должны производиться по частям, по мере готовности каждого слоя.

✓ VII. Возведение ядер

✓ § 86. Каменно-земляные плотины (рис. 13) и плотины из каменной наброски (рис. 14) возводятся преимущественно с одно-

временной укладкой материала в ядро и в боковые упорные призмы, чем и определяются особенности производства работ.

✓ § 87. Возведение ядра рекомендуется производить с отставанием по высоте от возведения упорных призм. Это отставание определяется высотой слоя отсыпки грунта в ядро.

✓ § 88. Устойчивость ядра обеспечивается обжатием с двух сторон боковыми упорными призмами, поэтому грунты и качество

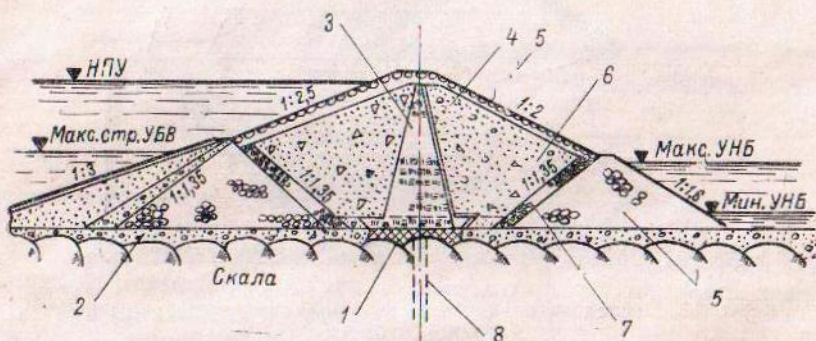


Рис. 13. Каменно-земляная плотина с ядром

1—цементация речного аллювия; 2—речной аллювий; 3—цементационная завеса; 4—обратный фильтр; 5—каменная наброска; 6—песчано-гравийная или гравийно-галечная смесь; 7—мелкий камень; 8—суглинок или глина.

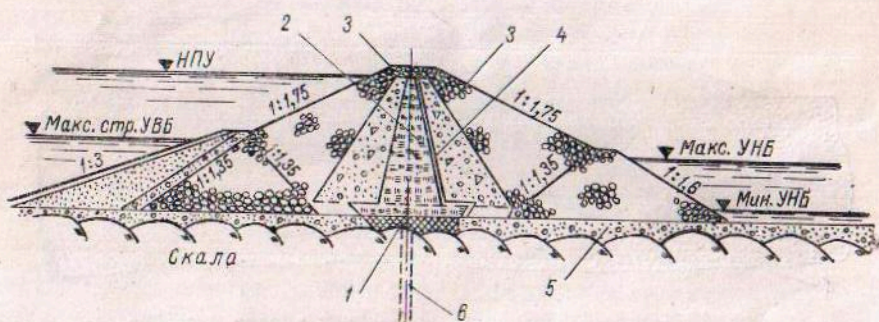


Рис. 14. Плотина из каменной наброски с ядром

1—цементация речного аллювия; 2—суглинок или глина; 3—покрывающие призмы из каменной наброски; 4—обратный фильтр; 5—речной аллювий; 6—цементационная завеса.

их укладки в ядро должны удовлетворять, в основном, требованиям водонепроницаемости.

§ 89. При возведении ядра продольные дамбовки обвалования не строятся: их роль выполняют грунты упорных призм, примыкающих к ядру. Заполнение карт глинистым грунтом производится по схеме, приведенной на рис. 15.

§ 90. Для снижения потерь воды из прудка грунты упорных призм необходимо покрывать слоем грунта, предназначенного для укладки в ядро.

§ 91. Поперечные дамбочки обвалования строятся из грунтов, укладываемых в ядро, со смещением осей в соответствии с указаниями, приведенными в § 47.

§ 92. Проверка размеров возводимого ядра и его приемка

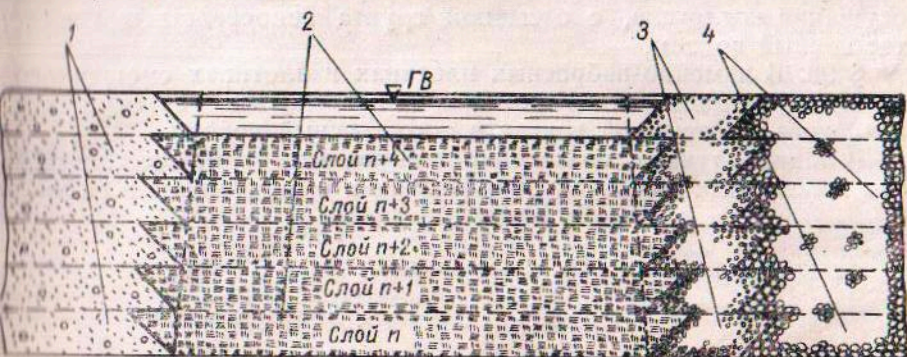


Рис. 15. Последовательность возведения глиняного ядра плотины
1 — упорная призма со стороны верхнего бьефа; 2 — слои глиняного ядра; 3 — слой обратного фильтра;
4 — слой каменной наброски.

Ввиду возведения одновременно с упорными призмами должны производиться по частям, по мере готовности каждого слоя.

✓ VIII. Возведение понуров

§ 93. Понуры из глинистых грунтов устраиваются в каменно-земляных плотинах (рис. 16), в плотинах из каменной наброски



Рис. 16. Плотина смешанного типа с понуром и экраном.

типа Ириклинской ГЭС, а также перед бетонными водосливными плотинами и зданиями ГЭС (рис. 17).

§ 94. Особенностью понуров является небольшая толщина при больших площадях, что в значительной мере упрощает производство работ в сравнении с возведением других типов сооружений.

§ 95. При возведении понуров продольные дамбочки обвалования не строятся. Их роль выполняют естественные грунты в откосах котлованов, обратные фильтры по откосам каменной наброски и бетонные сооружения.

§ 96. В понурах, имеющих утолщения в виде зубьев в хвостовой части, работы начинаются с отсыпки грунта в эти зубья. Независимо от глубины заложения зуба его возведение рекомендуется осуществлять в один слой.

§ 97. При наличии грунтовых вод зуб может возводиться без осушения котлована, с отсыпкой грунта непосредственно в естественный водоем.

§ 98. В каменно-набросных плотинах и плотинах смешанного типа понур толщиной до 4 м может возводиться без осушения котлована, с отсыпкой грунта в естественный водоем.

В таких случаях возведение понура может осуществляться без поперечных дамбочек обвалования и с перерывами в работе.

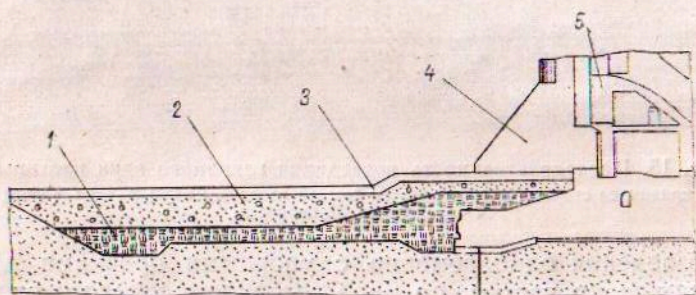


Рис. 17. Глиняный понур перед бетонной водосливной плотиной
1—глиняный понур; 2—грунтовая пригрузка; 3—крепление пригрузки; 4—устой плотины; 5—водосливная плотина;

Отсыпка грунта должна производиться от обратного фильтра каменной наброски с продвижением фронта отсыпки в сторону верхнего бьефа.

Возможные образования большого количества разжиженного грунта в подобных случаях не вызывают производственных осложнений, так как разжиженный грунт отжимается за пределы понура, в сторону верхнего бьефа, где он будет способствовать кольматажу естественных грунтов перед понуром.

§ 99. В осушенных котлованах площадь возводимого понура разделяется поперечными дамбочками обвалования на отдельные карты в соответствии с установленной сменной производительностью оборудования.

§ 100. Поперечные дамбочки обвалования строятся из грунтов, укладываемых в понур, а при возведении понура в несколько слоев оси дамбочек необходимо смещать в соответствии с указаниями, приведенными в § 47.

§ 101. В целях предохранения от высыхания возведенные карты необходимо по возможности быстрее покрывать песчаными грунтами и креплением в соответствии с проектом.

IX. Особенности производства работ при весенних и осенних заморозках

✓ § 102. При заморозках до -5°C работы по отсыпке грунтов и лоду производятся без проведения специальных мероприятий. При температурах ниже -15°C работы по отсыпке грунта в воду должны прекращаться.

✓ § 103. При температурах от -5° до -15°C работы могут продолжаться при проведении дополнительных мероприятий по сохранению тепла в карьерных грунтах и по снижению потерь тепла в процессе разработки, доставки и укладки грунта в сооружения.

✓ § 104. В карьере вскрышные работы должны быть закончены при положительных температурах до наступления заморозков. Поверхность вскрытых грунтов должна предохраняться от промерзания рыхлением поверхностного слоя, покрытием матами, снегозадержанием и другими средствами.

✓ § 105. Для сохранения тепла при транспортировке грунта рекомендуется применять транспортные машины максимальной грузоподъемности и обогрев кузовов отработанными газами.

✓ § 106. Отсыпку грунта рекомендуется производить слоями максимально возможной толщины, с наибольшей интенсивностью и непрерывно, до полного заполнения карты.

✓ § 107. Для заполнения прудков рекомендуется применять воду из скважин глубинного водопонижения или из специально для этих целей оборудованных скважин, а в процессе заполнения карты производить замену охлажденной воды.

✓ § 108. В целях ускорения процесса уплотнения может применяться дополнительное динамическое воздействие на грунты за счет движения 1—2 груженых автосамосвалов по площади возводимой карты.

✓ § 109. Отсыпка грунта в дамбочки обвалования должна производиться слоями по 30—40 см с уплотнением каждого слоя груженными автосамосвалами.

✓ § 110. Перед заполнением карты поверхность ранее уложенного слоя должна очищаться от снега, а верхняя корка мерзлого грунта оттаиваться водой, циркулирующей в прудке при его заполнении на глубину до 0,5 м.

✓ § 111. В особых случаях при наличии должного обоснования может применяться искусственный обогрев воды в прудке.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТ

X. Контроль качества грунтов и работ в карьерах

✓ § 112. Показатели качества грунтов и укладки их в сооружения устанавливаются Техническими условиями на производство работ, в соблюдении которых и заключается основная задача текущего контроля.

✓ § 113. Контроль качества грунтов и работ в карьере осуществляет полевая грунтовая лаборатория, представители которой должны постоянно находиться на местах разработки карьерных грунтов.

✓ § 114. Представители грунтовой лаборатории следят за проведением вскрышных работ и качеством их выполнения, за соблюдением схемы разделения карьера на забои и распределением грунтов по слоям и картам возводимого сооружения; вместе со строителями составляют акт готовности карьера и выдают разрешение на его разработку.

§ 115. При обнаружении отступлений от проекта производства работ добиваются необходимых исправлений.

§ 116. При забоях ограниченной глубины устанавливают минимальные отметки их разработки, толщину защитного слоя на контакте с нижерасположенными грунтами, непригодными для укладки в сооружение.

✓ § 117. Перед укладкой грунта в каждую отдельную карту и не реже, чем один раз в смену, производят обследование забоя с визуальным определением пригодности разрабатываемых грунтов.

✓ § 118. На каждые 5 тыс. м³ грунта отбирают пробы для контрольного определения гранулометрического состава, влажности, пластичности, объемного веса и степени размокаемости.

✓ § 119. Периодически проводят проверку готовности карьера к производству работ в дождливую погоду, а осенью, до наступления заморозков, проводят проверку готовности карьера к производству работ в зимнее время.

✓ XI. Контроль качества работ на месте возводимого сооружения

§ 120. Основной задачей текущего контроля на месте возведения сооружения является наблюдение и приведение в должное соответствие с проектом фактически применяемых грунтов и технологии производства работ.

✓ § 121. На месте отсыпки грунта в карты должен находиться представитель грунтовой лаборатории. Он следит за качеством привозимого грунта, за равномерностью отсыпки грунта по фронту возводимой карты и за равномерностью движения транспортных средств по уложенному грунту.

✓ § 122. Подготовка основания сооружения, установка реперов, разбивка на карты, дамбочки обвалования, заполнение прудков водой и другие подготовительные работы проверяются и по мере их готовности принимаются по акту.

✓ § 123. Особенное внимание должно уделяться соблюдению за проектированной толщины слоя отсыпки, глубины воды в прудках и водонасыщения укладываемого грунта.

✓ § 124. Начальное водонасыщение грунта в процессе отсыпки контролируется определением коэффициента водонасыщения, который не должен быть более 0,75 — 0,80.

✓ § 125. Коэффициент водонасыщения определяется по пробам свежеотсыпанного грунта. Пробы должны отбираться в шурфах или грунтоносами с глубины, равной 0,6 — 0,7 толщины отсыпанного слоя.

✓ § 126. Для определения коэффициента водонасыщения в пробах грунта определяется объемный вес влажного грунта γ_w , объемный вес скелета грунта $\gamma_{ск}$ и весовая влажность W .

✓ § 127. Коэффициент водонасыщения грунта η определяется по формуле

$$\eta = \frac{\gamma_w - \gamma_{ск}}{n}$$

предварительным определением пористости n по формуле

$$n = \frac{\gamma_0 (1 + W) - \gamma_w}{\gamma_0 (1 + W)}$$

При этом удельный вес отсыпанного грунта γ_0 принимается постоянным по данным лабораторных испытаний карьерного грунта.

✓ § 128. Водонасыщение отсыпанного грунта регулируется глубиной воды в прудке, интенсивностью и равномерностью отсыпки по фронту возводимой карты.

✓ § 129. При определении коэффициента водонасыщения определяется и объемный вес грунта. Если объемный вес скелета при этих определениях будет составлять 80 % и более от проектного объемного веса скелета грунта, то начальное уплотнение следует считать удовлетворительным.

§ 130. Оценка качества укладки грунта в сооружения производится на основании лабораторных испытаний проб, отбираемых в шурфах цилиндрами или в буровых скважинах грунтоносами.

✓ § 131. При возведении сооружений из моренных супесей отбор проб производится из лунок произвольной формы. В этом случае объем отобранного образца определяется по объему песка, высыпанного в лунку из мерного сосуда.

✓ § 132. Скважины или шурфы проходятся на глубину, равную 0,85 — 0,90 высоты исследуемого слоя. Пробы грунта отбираются через 25 — 50 см по глубине шурфа-скважины, но не менее трех проб по высоте уложенного слоя.

✓ § 133. В первом слое возводимого сооружения, основание которого расположено ниже уровня грунтовых вод, а также в полурах и экранах, возведенных в один слой, глубина проходки скважин, и в особенности шурфов, не должна превышать 0,8 высоты исследуемого слоя.

✓ § 134. При возведении сооружений способом отсыпки грунтов в воду следует иметь в виду, что конечная плотность грун-

та в теле сооружения достигается с течением времени под действием собственного веса сооружения и физико-химических процессов, происходящих в грунтах, отсыпанных в воду. Поэтому контроль качества работ должен проводиться не только в процессе отсыпки грунта, но и через 15 и 30 дней после возведения карты.

✓ § 135. При определении качественных показателей на каждые 500 м² площади возведенной карты проходится скважина (шурф). Общее количество скважин (шурфов) должно быть не менее двух на каждую карту, независимо от ее площади.

✓ § 136. Образцы грунта, отобранные через 15 дней после отсыпки, испытываются в полевой лаборатории с определением влажности, объемного веса влажного грунта, объемного веса скелета грунта, коэффициента пористости и коэффициента водонасыщения.

При этом объемный вес скелета грунта, равный в среднем 85—90% проектного объемного веса скелета грунта, должен признаваться достаточным для удовлетворительной оценки качества работ.

✓ § 137. Образцы грунта, отобранные через 30 дней после отсыпки, должны испытываться с целью определения плотности, водонасыщения, устойчивости и водонепроницаемости тела сооружения.

При этом для удовлетворительной оценки качества возведения сооружения количественные показатели должны быть в среднем не менее 95% соответствующих показателей, установленных проектом.

§ 138. При неудовлетворительных показателях объемного веса скелета грунта должно производиться дополнительное уплотнение груженными автосамосвалами, виброкатками или другими уплотняющими механизмами.

§ 139. Заделка шурфов производится способом отсыпки грунтов в воду слоями по 30—40 см с трамбованием каждого отсыпанного слоя.

§ 140. Контроль качества карьерных грунтов и грунтов, уложенных в сооружения, должен производиться в объемах и по методике, установленной „Техническими условиями на возведение гидротехнических сооружений“.

§ 141. Задачей полевой грунтовой лаборатории является не только контроль, но и оперативное вмешательство во все звенья производственного процесса с целью обеспечения необходимого качества возведения сооружений.

§ 142. Рекомендации полевой лаборатории имеют силу приказа. В случаях невыполнения рекомендаций полевая лаборатория может приостанавливать работы.

§ 143. Замеченные недостатки и рекомендации по их устранению, согласованные изменения технологии производства работ,

приемка готовых карт и другие указания полевой грунтовой лаборатории отмечаются в полевом журнале, форма которого устанавливается проектом производства работ.

§ 144. На основании опыта возведения сооружений Техническими указаниями рекомендуется форма полевого журнала (см. Приложение 2).

§ 145. Кроме полевого журнала, грунтовая лаборатория ведет отдельный типовой журнал по отбору образцов и их испытаниям.

§ 146. Окончательная приемка готового сооружения производится в порядке, установленном для приемки гидротехнических сооружений, и в настоящих Технических указаниях не рассматривается.

XII. Опытные работы в производственных условиях

§ 147. На каждом строительстве до начала возведения сооружения рекомендуется проводить опытные работы в местных производственных условиях.

§ 148. Проведение опытных работ обязательно:

- а) при возведении сооружений без ограждения и осушения котлована, с отсыпкой грунта в естественный водоем;
- б) при возведении сооружения слоями более 2 м;
- в) при возведении понуров и горизонтальных частей экранов в один слой, независимо от их толщин;
- г) при возведении земляных плотин высотой более 50 м;
- д) при возведении ядер и экранов в плотинах высотой более 25 м;
- е) при возведении земляных сооружений в условиях дождливой погоды и при заморозках от -5 до -15°C .

§ 149. Опытные работы должны проводиться с соблюдением аналогии инженерно-геологических и производственных условий, предусмотренных проектом возведения сооружения.

§ 150. Опытные работы рекомендуется проводить на производственном объекте, намечая для этого менее ответственные участки сооружения.

§ 151. В опытных работах основное внимание должно уделяться контролю качества карьерных грунтов, организации работ в карьере, транспортировке грунта для обеспечения необходимой и равномерной интенсивности отсыпки, вопросам водоснабжения, регулированию начального водонасыщения грунта и другим вопросам технологии производства работ.

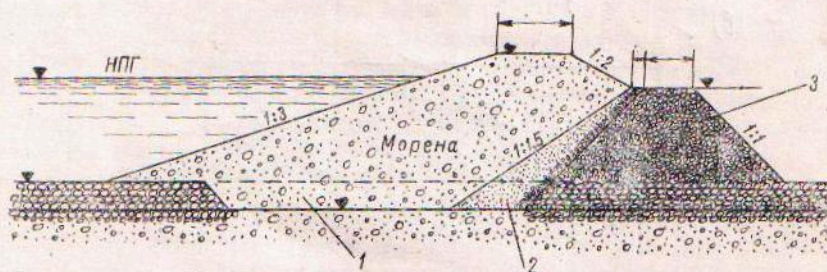
§ 152. Для проведения опытных работ рекомендуется привлекать инженерно-технический персонал, которому поручено руководство возведением сооружения.

ХIII. Примеры возведения сооружений способом отсыпки грунтов в воду

Способ отсыпки грунтов в воду успешно применен на постройке земляных плотин и дамб, а также на постройке противофильтрационных элементов в виде ядер, экранов и понуров.

На постройке этих сооружений применялись грунты различных гранулометрических составов, различной степени комковатости и размокаемости.

Для разработки карьерных грунтов применялись одноковшовые экскаваторы (лопаты) и скреперы. Доставка грунта к месту отсыпки производилась скреперами и автосамосвалами. Вырав-



[Рис. 18. Земляная плотина НиваГЭС-1

1—прорез в промытых валунах; 2—обратный фильтр; 3—каменная наброска.

нивание бровки по фронту отсыпки, сбрасывание грунта в воду производилось бульдозерами.

Земляные плотины НиваГЭС (рис. 18) и Князегубской ГЭС (рис. 19) построены из моренных суглинков, быстроразмокаемых в воде. Общий объем грунта, уложенного в эти плотины, составляет 3 млн. м³. Работы производились в пасмурную и дождливую погоду, а также при заморозках с температурой до —20°С. Разработка грунта производилась экскаваторами, а доставка к месту отсыпки — автосамосвалами. Грунт отсыпался слоями по 2 — 3 м. Запас сухого грунта над горизонтом воды в прудке составлял 0,5 — 0,6 м. Объемный вес скелета грунта в теле воз-

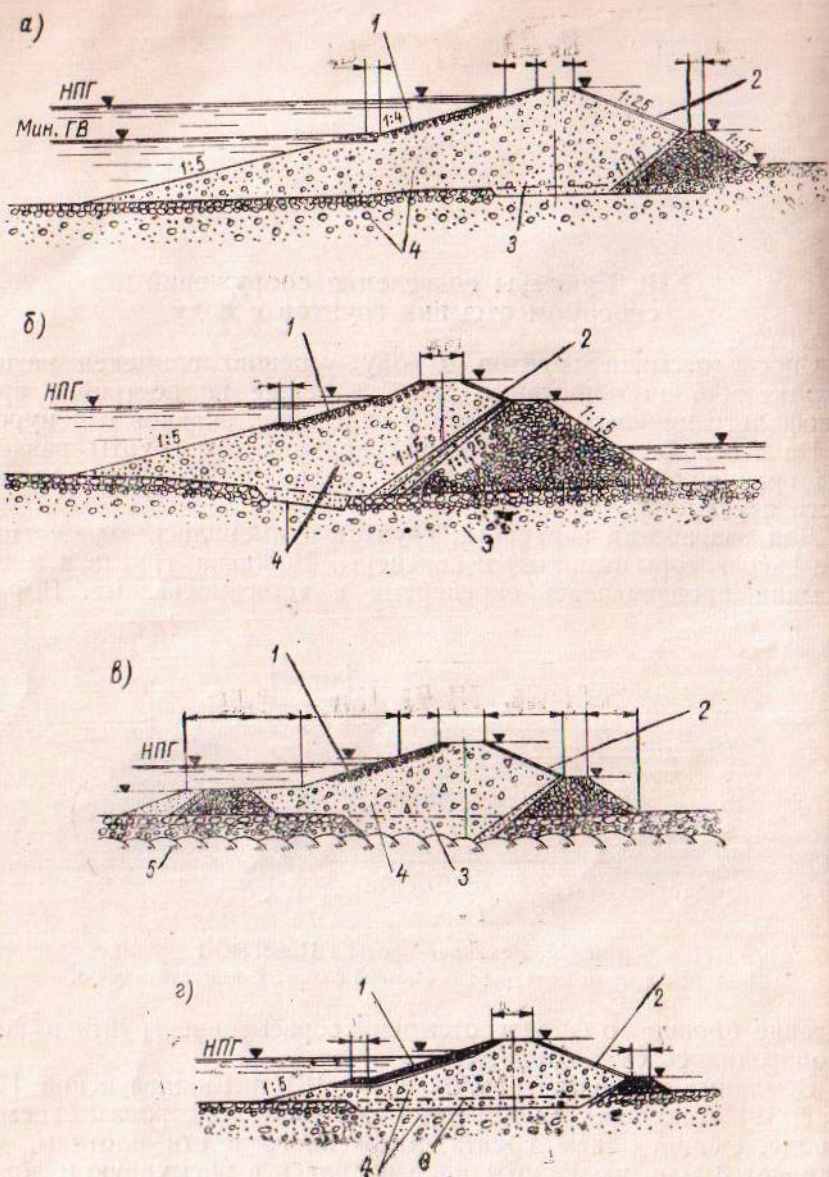


Рис. 19. Земляные плотины Князегубского гидроузла

а—плотина, примыкающая к зданию ГЭС; б—плотина в правой Ляхкоминской протоке; в—плотина в левой Ляхкоминской протоке; г—плотина в Тульей губе; 1—наброска камня 1,0 м по слою щебня 0,2 м; 2—покрытие щебнем 0,2 м; 3—прорезь в промытых валунах; 4—морена; 5—скала.

веденных сооружений равен $1,75 - 1,80 \text{ т/м}^3$. Коэффициент фильтрации равен $A = 10^{-7} \div 10^{-8} \text{ см/сек}^1$. Осадка плотин по окончании строительства не превышала 0,5% их высоты.

На строительстве ХишрауГЭС способом отсыпки грунтов в воду построены 6 земляных плотин, из которых главная плотина (рис. 20) имеет высоту 36,5 м и длину по гребню 332 м. Плотины построены из суглинков, быстроразмокаемых в воде. Работы производились без перерывов в пасмурную погоду и дождливую погоду, а также при заморозках при температуре до -8°C . Разработка и доставка грунта производилась скреперами.

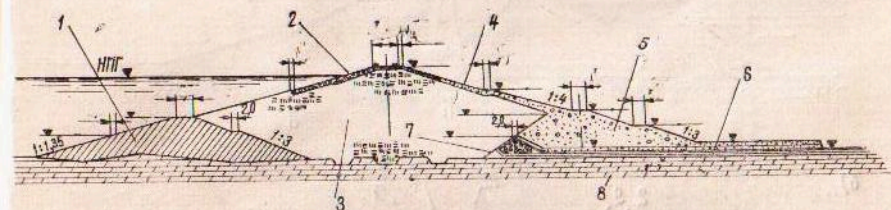


Рис. 20. Разрез по русловой части главной плотины ХишрауГЭС

1—верховая призма из укатанного суглинка; 2—отмостка камнем; 3—суглинок, укладываемый отсыпкой в воду; 4—отсыпка из песчано-гравийного грунта; 5—низовая призма из песчано-гравийного грунта; 6—материал фильтра с дренажной трубой; 7—дренажная призма; 8—мергель.

Грунт отсыпался слоями по 1,2 м в прудки глубиной 0,7 м. Объемный вес скелета грунта в возведенных плотинах равен $1,6 \text{ т/м}^3$. Коэффициент фильтрации равен $A = 10^{-6} \div 10^{-7} \text{ см/сек}$. Основные осадки возведенных плотин закончились в период строительства. Осадки после возведения не превышали 0,6% их высоты. Коэффициент начального водонасыщения колебался в пределах 0,75—0,80.

На строительстве Иркутской ГЭС земляные плотины возводились с суглинистым ядром высотой до 40 м (рис. 21). Ядро возводилось из средних и тяжелых суглинков. Работы производились в пасмурную погоду и при заморозках с температурой до -20°C . При заморозках грунт отсыпался в воду, подогретую до 15°C . Разработка грунта в карьере производилась экскаваторами, а доставка к месту отсыпки—автосамосвалами МАЗ-525. Грунт отсыпался слоями от 2 до 4 м. Запас сухого грунта над горизонтом воды прудка принимался, исходя из условий надежного движения по свежееотсыпанному грунту тяжелого автосамосвала грузоподъемностью 25 т. В ядро земляных плотин способом отсыпки грунтов в воду уложено 157 тыс. м^3 суглинка. Объемный вес скелета уложенного грунта равен $1,60 \text{ т/м}^3$. Коэффициент фильтрации равен $A = 10^{-7} \text{ см/сек}$.

¹ А колеблется от $A > 0$ до $A < 10$.

Каменно-набросная плотина Ириклинской ГЭС построена с понуром и экраном из тяжелых суглинков средней степени размокаемости. Толщина понура в хвостовой части составляет 2,5 м, а у примыкания к экрану — 5 м. Толщина экрана в основании равна 5 м, а сверху — 3,5 м (рис. 22). Разработка грунта в карьере производилась экскаваторами, а доставка к месту отсыпки — автосамосвалами грузоподъемностью 5 т. Грунт отсыпался слоями от 1 до 3 м. В русловой части плотины понур возводился

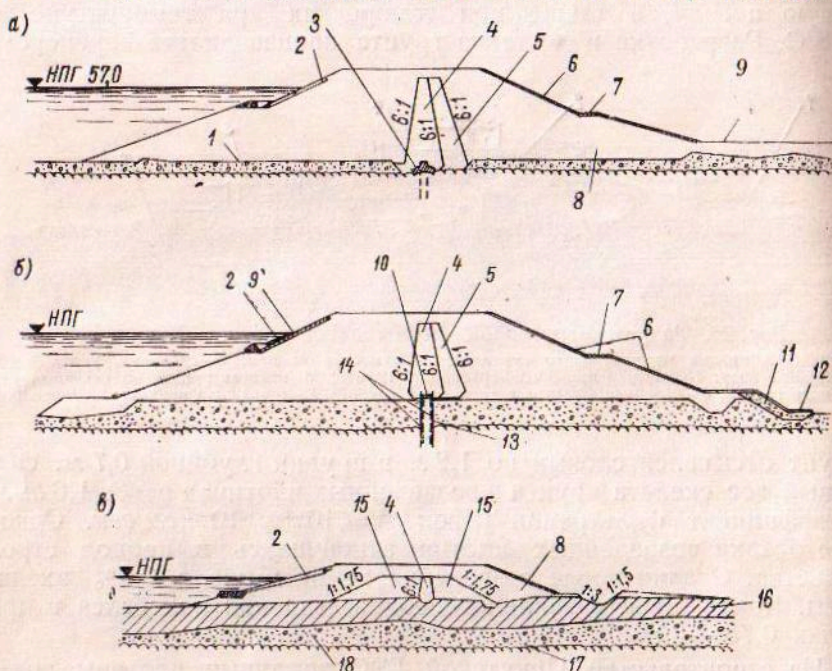


Рис. 21. Характерные поперечные разрезы земляных плотин Иркутской ГЭС

а — левобережная плотина; б — островная плотина; в — правобережная плотина;
1 — дно котлована; 2 — крепление откоса железобетонными плитами; 3 — бетонный замок; 4 — суглин-
стое ядро; 5 — переходный слой; 6 — гравийное покрытие; 7 — мощение бермы камнем; 8 — насыпь из
современного аллювия; 9 — ленточный фильтр из гравия; 10 — бетонная пригрузочная плита; 11 — фильтр
наклонного дренажа; 12 — каменная наброска; 13 — стенки из металлического шпунта; 14 — цементно-
шпунтовые скважины; 15 — насыпь из древнего аллювия и суглинки; 16 — делювиальный суглинок;
17 — кровля коренных пород; 18 — древний аллювий.

без ограждения и осушения котлована с отсыпкой грунта в естественный водоем глубиной до 2 м. Значительный объем работ выполнен при отрицательных температурах с применением до 40% мерзлого грунта. Способом отсыпки грунтов в воду уложено 300 тыс. м³ суглинков. Объемный вес скелета грунта равен 1,60 т/м³. Коэффициент фильтрации равен $A = 10^{-7} \div 10^{-8}$ см/сек.

На строительстве Волжской ГЭС имени XXII съезда КПСС способом отсыпки грунтов в воду построен понур перед водосливной плотиной (рис. 23). Длина понура 800 м, ширина 60 м. По-

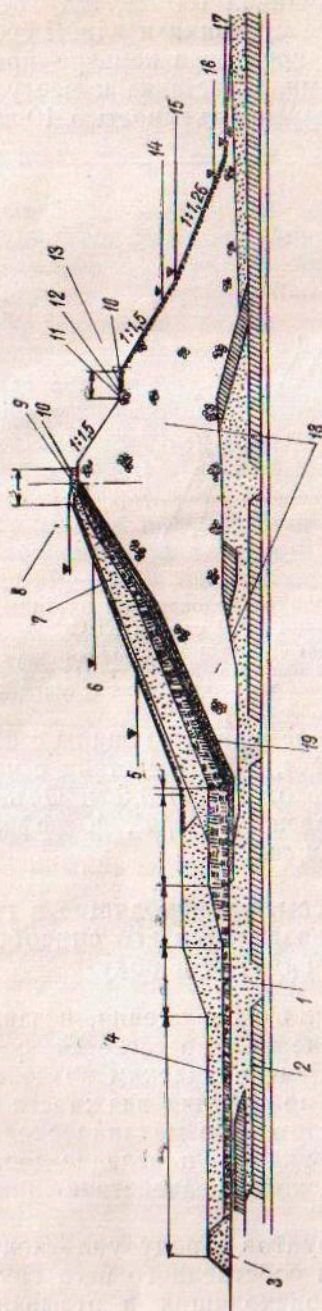


Рис. 22. Поперечное сечение каменно-набросной плотины Ириклинской ГЭС

1—гравелисто-песчаная отсыпка; 2—галечник с песком; 3—перемычка; 4—отсыпка каменной мелочью от разработки каналов; 5—минимальный подпорный горизонт воды; 6—нормальный подпорный горизонт воды; 7—каменная наброска крупного камня; 8—железобетонный паранет; 9—проезжее укатанное полотно (гравийная одежда в два слоя); 10—железобетонные напольники; 11—ливневосточная канавка; 12—отборный бетонный камень; 13—дорога к повисательной остановке (на площадке ОРУ 110 кв). Укатанное гравелисто-песчаное покрытие слоем 20 см; 14—отсыпка при $Q = 10360 \text{ м}^3/\text{сек}$ повторяемостью 0,1%; 15—отсыпка при $Q = 6800 \text{ м}^3/\text{сек}$ повторяемостью 1%; 16—максимальный межвенный горизонт воды; 17—минимальный межвенный горизонт воды; 18—каменная наброска; 19—сушливый экран.

нур переменной толщины от 2 до 6 м. Общий объем грунта, уложенного в понур, составил 150 тыс. м³. Для постройки понура применялись тяжелые суглинки и глины средней степени размокаемости. Разработка грунтов в карьере производилась одноковшовыми экскаваторами, а доставка к месту отсыпки — автосамосвалами ЯАЗ-210-Е грузоподъемностью 10 т. Отсыпка грунта

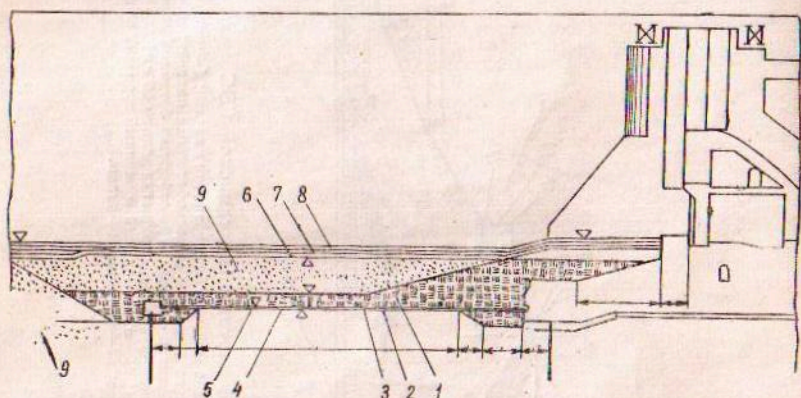


Рис. 23. Конструкция понура водосливной плотины Волжской ГЭС имени XXII съезда КПСС

1 — глина 2 м; 2 — защитная бетонная корка 0,08 м; 3 — битумные маты в два слоя; 4 — железобетонная плита 0,41 — 0,55 м; 5 — бетонная подготовка 0,15 м; 6 — обратный двухслойный фильтр; 7 — бетонная подготовка 0,10 м; 8 — железобетонные плиты 100×100×0,4 м; 9 — песок.

производилась слоями переменной толщины с повышением в процессе отсыпки от 2 до 4 м, в соответствии с чем и глубина воды в прудке повышалась от 1,5 до 3,5 м. Объемный вес скелета грунта в теле понура равен 1,70 т/м³. Коэффициент фильтрации равен $A = 10^{-7} \div 10^{-8}$ см/сек.

XIV. Основные процессы, происходящие в грунтах и в теле сооружения при возведении его способом отсыпки грунтов в воду

В грунтах тела земляного сооружения, независимо от способа его возведения, уплотнение достигается собственным весом грунта, весом пригрузки, механическим воздействием и воздействием воды. При этом повышение влажности до определенных пределов способствует снижению механического воздействия.

В способе послойной укатки уплотнение достигается, в основном, за счет механического воздействия при незначительном действии воды.

В способе отсыпки грунтов в воду уплотнение достигается, в основном, под действием собственного веса грунта и физико-химических процессов, происходящих в отсыпанном грунте, при

минимальном механическом воздействии за счет транспортных машин, подвозящих грунт.

При укладке грунтов в сооружения, кроме механического, вода оказывает физико-химическое влияние, связанное со способностью воды адсорбироваться на поверхности частиц грунта, а также химическое влияние, обусловленное способностью воды растворять те или иные вещества или вступать с ними в химические реакции.

Физико-химическое и химическое влияние воды зависит от компонентов твердой фазы грунтов. Минимальному влиянию подвержены частицы кварца, большему — частицы каолинита и сильному — монтмориллонита. Растворяющее влияние воды проявляется в отношении кальцита, гипса, каменной соли и других веществ, содержащихся в глинистых грунтах.

Для получения однородного монолитного грунта в теле сооружения необходимо разделение укладываемого грунта на составные части. Это разделение — раздробление обеспечивается в процессе разработки, транспортировки и укладки грунтов в сооружение.

При отсыпке грунтов в воду раздробление грунта на составные части обеспечивается при наиболее эффективном сочетании механического воздействия и физико-механического воздействия воды.

В процессе разработки, перевозки и отсыпки в сооружение грунты подвергаются механическому дроблению и приобретают комковатую структуру.

Дополнительное и окончательное дробление с разделением на составные частицы происходит в грунте, отсыпанном в воду. Вода проникает в поры грунта и адсорбируется на поверхности его частиц, увеличивая толщину водных оболочек. При этом возникают расклинивающие силы, под влиянием которых происходит разрушение комьев грунта на агрегаты и на составные части.

Дроблению грунта на агрегаты и составные части, их перупаковке и начальному уплотнению в значительной мере способствует динамическое воздействие транспортных машин, подвозящих грунт.

Степень окончательного раздробления грунта зависит от минералогического состава, физико-механических свойств грунта, его комковатости и размокаемости.

При отсыпке тяжелых суглинков и глин, слаборазмокаемых в воде, на составные части разрушаются только мелкие комья, составляющие 20 — 30% объема отсыпаемого грунта. У остальной части, составляющей 80 — 70% грунта, смачивается и размокает только наружная оболочка комьев, внутри которых сохраняется естественная структура и плотность.

Чем меньше влажность отсыпаемого грунта, тем быстрее и полнее происходит его раздробление на составные части.

Раздробление грунта на составные части достигается при влажности, обеспечивающей образование пленок воды, связанных с грунтовыми частицами молекулярными силами. Следовательно, увлажнение грунта должно быть равным или выше максимальной молекулярной влагоемкости.

Карьерные грунты комковатой структуры отсыпаются в искусственный прудок или естественный водоем, глубина которого меньше высоты отсыпаемого слоя. Поэтому нижняя часть слоя сильно увлажняется, а верхняя, возвышающаяся над уровнем воды в прудке, сохраняет влажность, соответствующую моменту отсыпки грунта в сооружение.

Запас слоя грунта над уровнем воды в прудке определяется в зависимости от физико-механических свойств грунта, высоты отсыпаемого слоя и грузоподъемности транспортных машин, подвозящих грунт.

Уплотнение верхней, неувлажненной части слоя обеспечивается бульдозером и транспортными машинами при их движении по поверхности возводимой карты. Плотность грунта в этой части слоя зависит от физико-механических свойств грунта и его естественной влажности, а также от грузоподъемности транспортных машин и интенсивности их движения. Обычно плотность достигает проектной величины за период возведения карты.

В нижней, увлажненной части уплотнение грунта достигается с течением времени (рис. 24). Начальное уплотнение грунта происходит при отсыпке его в воду и обеспечивается действием собственного веса грунта и динамическим воздействием транспортных машин при их движении по поверхности отсыпанного грунта.

Дальнейшее уплотнение происходит под действием собственного веса грунта, под влиянием нагрузки от вышерасположенных слоев грунта, а также под влиянием физико-химических процессов, происходящих в грунтах, отсыпанных в воду.

Длительность процесса уплотнения (периода стабилизации) зависит от физико-химических свойств грунта, толщины слоя отсыпки, начального водонасыщения, местных климатических и производственных условий. Опытными исследованиями в производственных условиях установлено, что длительность процесса уплотнения не превышает трех—четырёх месяцев. Минимальная длительность наблюдается при отсыпке малосвязных грунтов слоями толщиной в 1 — 2 м и при начальном водонасыщении, не превышающем 0,75, а также в условиях сухого климата и при наличии ветров. При всех равных условиях длительность процесса уплотнения возрастает по мере увеличения связности грунтов.

Количественные показатели влажности и плотности свежотсыпанного грунта вначале неоднородны как по высоте, так и по площади отсыпанного слоя. С течением времени эти показатели выравниваются с постепенным повышением плотности во всей толще отсыпанного слоя. При этом вода перемещается от бо-

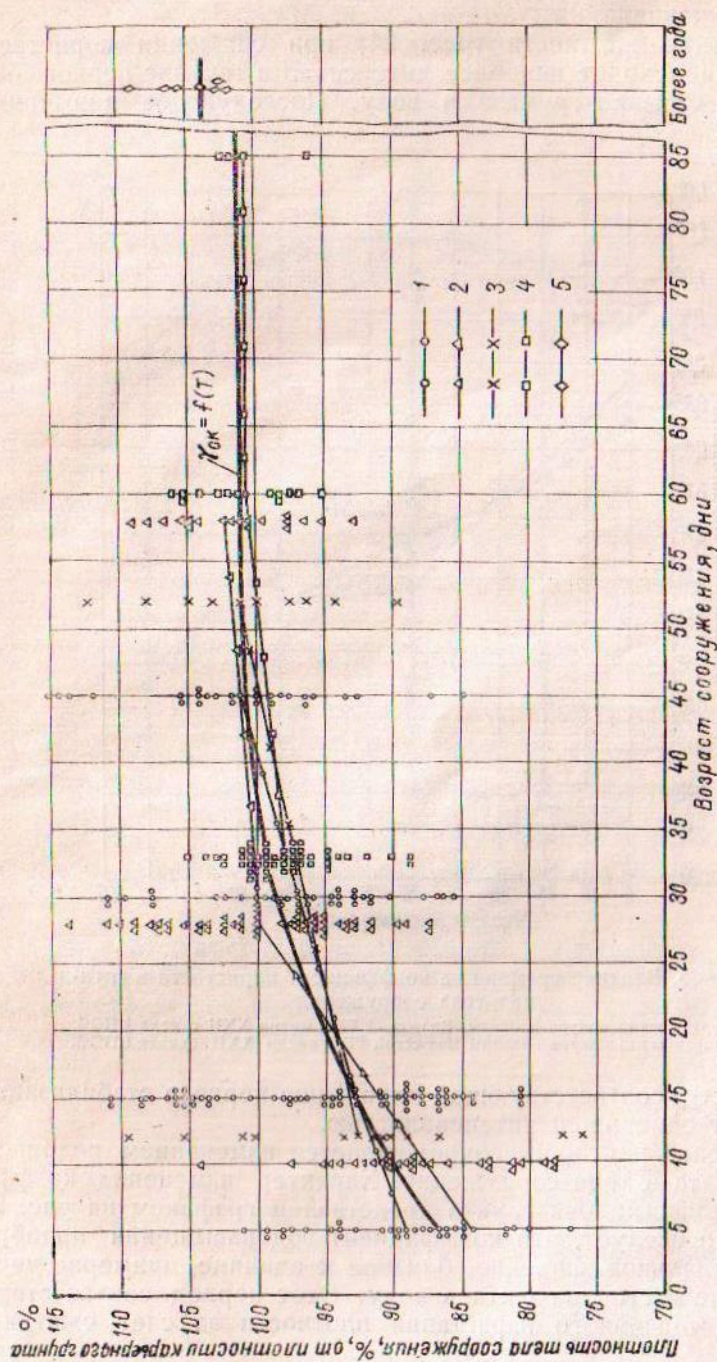


Рис. 24. Влияние времени на плотность грунта, отсыпанного в воду (кривая зависимости плотности от возраста сооружения)
1 — первая карта Волжской ГЭС имени ХХII съезда КПСС; 2 — вторая карта понура Волжской ГЭС имени ХХII съезда КПСС; 3 — земляная плотина
Цурубай-Нуринского водохранилища; 4 — экран опытного бассейна; 5 — экран и понур плотины Ириклинской ГЭС.

лее влажных мест к менее влажным, независимо от их взаимного расположения.

Повышение плотности (рис. 24) при снижении пористости (рис. 25) происходит наиболее интенсивно в течение первого месяца после отсыпки грунтов в воду. Последующее повышение

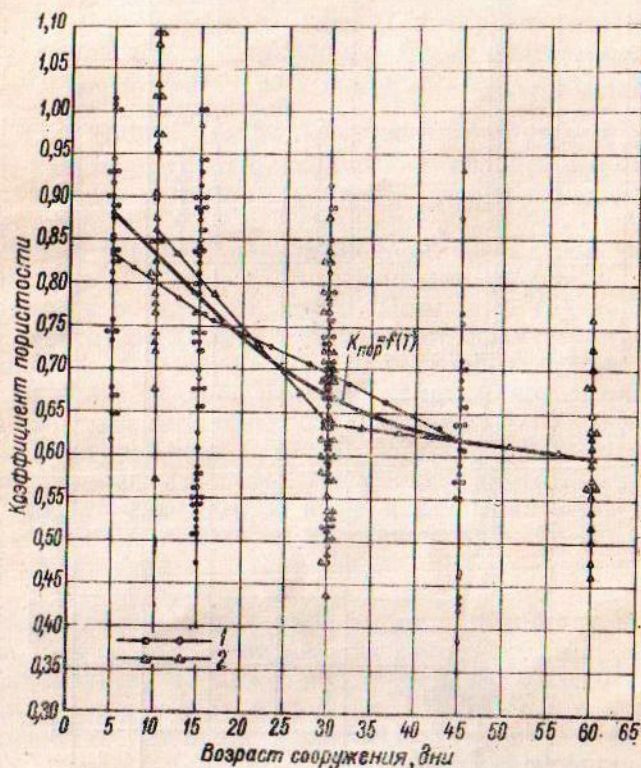


Рис. 25. Влияние времени на коэффициент пористости в грунтах тела сооружения

1 — первая карта понура плотины Волжской ГЭС имени XXII съезда КПСС;
2 — вторая карта понура плотины Волжской ГЭС имени XXII съезда КПСС.

до плотности, соответствующей окончанию периода стабилизации, происходит с меньшей интенсивностью.

Повышение плотности сопровождается изменением водонасыщения грунта в теле сооружения. Характер изменения коэффициента водонасыщения грунта представлен графиком на рис. 26, из которого следует, что коэффициент водонасыщения приобретает максимальное значение, близкое к единице, примерно через месяц после отсыпки грунта в воду. Этот период соответствует периоду интенсивного нарастания плотности за счет сжатия и

растворения в воде заземленного воздуха. В дальнейшем коэффициент водонасыщения снижается до значений, соответствующих влажности грунта в стабилизированном состоянии.

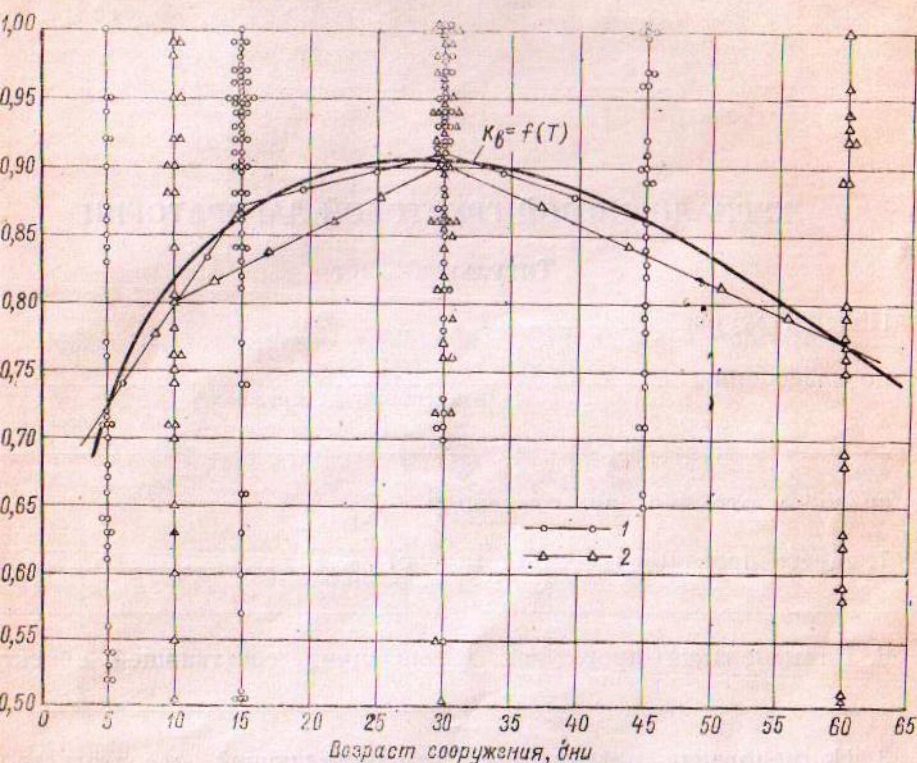


Рис. 26. Изменение коэффициента водонасыщения в теле сооружения
1—первая карта понура; 2—вторая карта понура.

В свежееотсыпанном и неравномерно увлажненном грунте выравнивание влажности происходит, в основном, за счет пленочного передвижения воды под действием молекулярных сил притяжения водных пленок к поверхности грунтовых частиц.

ЖУРНАЛ ПОЛЕВОЙ ГРУНТОВОЙ ЛАБОРАТОРИИ**Титульный лист**

Полевой журнал № _____

по возведению _____
(наименование сооружения)

способом отсыпки грунтов в воду.

1. Место производства работ (адрес) _____
2. Наименование проектной организации, составившей проект _____
3. Наименование организации, осуществляющей строительство сооружения _____
4. Дата начала работ _____
5. В настоящем журнале пронумерованных и прошнурованных страниц _____

(Подпись ответственного лица и печать организации, выдавшей полевой журнал)

Часть I. Карьеры и карьерные грунты (10 — 15 страниц)

1. Местоположение карьера.
2. Расстояние от возводимого сооружения.

Дата	Номер забоя и его глубина, м	Карты сооружения, для которых разрабатывается грунт	Типы экскаваторов	Фамилии бригадиров	Температура воздуха, осадки, ветер	Весовая влажность грунта, %	Объемный вес скелета грунта, т/м ³
1	2	3	4	5	6	7	8

Часть II. Устройство дамбочек обвалования и подготовка карт (10 — 15 страниц)

Дата	Фамилия производителя работ	Номер карты	Высота дамбочек обвалования, м	Способ укладки и уплотнения грунта	Глубина воды в прудке, м	Начало и окончание заполнения прудка	Заключение грунтовой лаборатории
1	2	3	4	5	6	7	8

Часть III. Заполнение карт грунтом (10 — 15 страниц)

Номер карты	Начало и окончание отсыпки	Фамилия производителя работ	Типы и количество транспортных машин	Температура воздуха, ветер, осадки	Интенсивность отсыпки, м ³ /час	Характеристика укладываемого грунта			Заключение грунтовой лаборатории
						весовая влажность, %	объемный вес скелета, т/м ³	коэффициент водонасыщения	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Часть IV. Контроль качества грунта в теле возводимого сооружения (10 — 15 страниц)

Дата шур- фования, бурения	Номер кар- ты, слоя	Номера шурфов (скважин)	Глубина проходки, м	Коли- чество отобран- ных об- разцов	Средний коэффи- циент во- донасы- щения	Средняя весовая влаж- ность, %	Средний объем- ный вес скелета грунта, т/м ³	Оценка по- казателей качества грунта по- левым кон- тролем
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Часть V. Состояние работ, обнаруженные недостатки и рекомендации по их устранению.

Сведения о подготовительных работах и принятых картах.
Разрешения на отсыпку грунта в очередные карты
(15 — 20 страниц)

В этой части полевого журнала все записи производятся без формы, последовательно по датам, по мере возведения соору-
жения.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	4
Общие положения	7
I. Эффективность способа отсыпки грунтов в воду и область применения Технических указаний	7
Грунты и карьеры для сооружений, возводимых способом отсыпки грунтов в воду	9
II. Требования, предъявляемые к грунтам в зависимости от типа возводимого сооружения	9
III. Разработка карьерных грунтов и доставка их к месту отсыпки в сооружения	11
Технология производства земляных работ при возведении сооружений способом отсыпки грунтов в воду	13
IV. Технология производства земляных работ по отсыпке грунтов в сооружения	13
V. Возведение земляных плотин и дамб из однородного грунта	18
VI. Возведение экранов	19
VII. Возведение ядер	21
VIII. Возведение понуров	23
IX. Особенности производства работ при весенних и осенних заморозках	25
Контроль качества работ	25
X. Контроль качества грунтов и работ в карьерах	25
XI. Контроль качества работ на месте возводимого сооружения	26
XII. Опытные работы в производственных условиях	29
Приложения	31
Приложение 1	33
XIII. Примеры возведения сооружений способом отсыпки грунтов в воду	33
XIV. Основные процессы, происходящие в грунтах и в теле сооружения при возведении его способом отсыпки грунтов в воду	38
Приложение 2	44
Журнал полевой грунтовой лаборатории	44
Титульный лист	44
Часть I. Карьеры и карьерные грунты	44
Часть II. Устройство дамбочек обвалования и подготовка карт	45
Часть III. Заполнение карт грунтом	45
Часть IV. Контроль качества грунта в теле возводимого сооружения	46
Часть V. Состояние работ, обнаруженные недостатки и рекомендации по их устранению. Сведения о подготовительных работах и принятых картах. Разрешения на отсыпку грунта в очередные карты	46