

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова»

Инженерная подготовка территории

Краткий курс лекций

для бакалавров II курса

Направление подготовки

23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

Саратов 2016

УДК 62

ББК 38

X17

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор кафедры «Строительство, теплогазоснабжение и энергообеспечение»

ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ»

Ф.К. Абдразаков

X17 Инженерная подготовка территорий: краткий курс лекций для бакалавров II курса направления подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы / А.А. Хальметов ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016. – 97 с. ISBN ...

Краткий курс лекций по дисциплине «Инженерная подготовка территорий» составлен в соответствии с программой дисциплины и предназначен для бакалавров направления подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы. Краткий курс лекций содержит теоретический материал по основам рациональной и экономической реализации инженерных мероприятий, направленных на обеспечение пригодности территорий для сельскохозяйственного строительства, защита их от воздействий неблагоприятных физико-геологических процессов и создания благоприятных условий жизни сельского населения. Материал ориентирован на вопросы профессиональной компетенции будущих бакалавров.

УДК 62

ББК 38

© Хальметов А.А., 2015

ISBN ...

© ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ», 2016

Введение

Инженерная подготовка территорий относится к числу профессиональных дисциплин. Она изучает общие сведения об обустройстве территорий населённых пунктов и строительных работах, производство земляных работ машинами, определение объемов работ, организацию и технологию строительства насыпных земляных плотин, дамб, открытых, закрытых оросительных сетей и защиты территорий от воздействий неблагоприятных физико-геологических процессов.

Знания по инженерной подготовки территории являются базовыми для подготовки дисциплин: «Конструкции зданий и сооружений», «Организация мероприятий и технология работ по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций» и выпускной квалифицированной работы бакалавра.

Лекция 1

Общие сведения об инженерной подготовке территорий

1. Инженерная подготовка территории

Средствами инженерной подготовки территории решаются сложные и многообразные архитектурно-планировочные задачи. Выбор наиболее пригодных для градостроительного освоения территорий, создание благоприятных условий для планировки, застройки и благоустройства городов, поселков и сельских населенных пунктов, защита архитектурных сооружений и комплексов от наводнений, селевых потоков, многолетней мерзлоты и других неблагоприятных природных явлений, обеспечение хороших санитарно-гигиенических и микроклиматических условий в городах и других населенных местах, решение других крупномасштабных градостроительных задач невозможны без проведения работ по инженерной подготовке территории.

Главная цель инженерной подготовки территории - улучшение физических характеристик территории или отдельной площадки, чтобы сделать их максимально пригодными и эффективными для промышленного и гражданского строительства, защита их от воздействий неблагоприятных физико-геологических процессов - затопления во время половодий и паводков, повышения уровня грунтовых вод, развития оврагов, оползней, карста и т.д. В соответствии с этим основные задачи инженерной подготовки территории связаны с разработкой и осуществлением различных специфических мероприятий, необходимых для освоения территорий и подготовки территории под застройку или иных функций.

Инженерная подготовка территории включает весьма разнообразные мероприятия, связанные с проведением гидротехнических, земляных, бетонных и других работ. Некоторые из них (вертикальная планировка, борьба с подтоплением и затоплением территории) проводятся повсеместно. Другие (проведение противооползневых противоселевых мероприятий, борьба с карстом, освоение вечномерзлых грунтов и др.) приурочены к районам распространения соответствующих природных явлений. В целом к мероприятиям по инженерной подготовке городских территорий относят обычно следующие виды работ: вертикальную планировку; организацию стока поверхностных вод; защиту территорий от затопления; защиту территорий от подтопления, борьбу с оврагами, оползнями, селевыми потоками, снежными лавинами, карстом; работы в особых условиях районов распространения вечной мерзлоты и сейсмически опасных зон.

В зависимости от условий конкретной площадки может потребоваться проведение одного или нескольких видов работ по инженерной подготовке. Следует, однако, иметь в

виду, что удорожание освоения площадки, связанное с инженерной подготовкой, не может быть слишком большим (до 30 % стоимости строительства), иначе территория будет неконкурентоспособной с другими площадками. Выяснить ситуацию, определить необходимость проведения тех или иных видов работ по инженерной подготовке помогает градостроительный анализ территории. Окончательные решения по инженерной подготовке и благоустройству территории принимаются после тщательного изучения и анализа природных условий, комплекса градостроительных задач, а также вопросов, связанных с охраной и оздоровлением окружающей среды.

2. Общие сведения о рельефе. Цель и задачи вертикальной планировки.

Прокладка улиц, размещение зданий, сооружений, подземных инженерных коммуникаций, территорий зеленых насаждений в городе связаны с более или менее значительными работами по организации существующего рельефа.

Существующий рельеф изменяют даже в том случае, когда он удовлетворяет требованиям планировки и застройки. Это относится, прежде всего, к общегородским и районным центрам, участкам размещения зданий в жилых районах и микрорайонах, улицам, внутримикрорайонным проездам и площадкам различного назначения.

Под неудобными или непригодными для застройки территориями понимают такие, на которых затруднено или невозможно строительство без проведения значительных по объему и сложности работ по их инженерной подготовке и благоустройству (это территории, подверженные затоплению, с развитой овражной системой, с высоким горизонтом грунтовых вод и т.д.).

Рельеф изменяют путем его вертикальной планировки.

Отметки существующего рельефа, который отображается на топографических или геодезических планах горизонталями, называют черными отметками.

Отметки преобразованного в результате вертикальной планировки рельефа называют – *красными или проектными*.

Этапами разработки вертикальной планировки являются оценка рельефа, составление схем вертикальной планировки и рабочих чертежей.

На основании схемы вертикальной планировки детально разрабатывают привязку к существующему рельефу улиц, отдельных зданий, сооружений и т.д.

3. Цель и задачи вертикальной планировки.

Вертикальная планировка – это инженерное мероприятие по искусственному изменению и преобразованию существующего рельефа местности, и она является

обязательным и одним из важнейших мероприятий по инженерной подготовке и благоустройству территорий.

Основная цель вертикальной планировки заключается в создании поверхностей, удовлетворяющих требованиям застройки и инженерного благоустройства территорий. Кроме того, вертикальная планировка территории призвана создать благоприятные условия для размещения зданий и сооружений, прокладки улиц, проездов, подземных инженерных коммуникаций и т.д.

Основными задачами вертикальной планировки являются:

- 1) организация стока поверхностных вод (дождевых, ливневых и талых) с территорий;
- 2) обеспечение допустимых уклонов городских улиц, площадей и перекрестков для безопасного и удобного движения всех видов городского транспорта и пешеходов;
- 3) создание благоприятных условий для размещения зданий и прокладки подземных инженерных сетей;
- 4) организация рельефа при наличии не благоприятных физико-геологических процессов (затопление территории, подтопление ее грунтовыми водами, оврагообразование и т. д.);
- 5) придание рельефу наибольшей архитектурной выразительности.

Организацию поверхностного водоотвода осуществляют со всех территорий населенного пункта: жилых микрорайонов, общественных центров, участков зеленых насаждений (парков, садов, скверов), улиц. Для этой цели используют открытую и закрытую водосточную системы, которые выводят поверхностный сток за территорию населенного пункта или на очистные сооружения.

Отметки планируемой поверхности должны назначаться таким образом, чтобы максимально сохранить существующий рельеф, зеленые насаждения и почвенный покров. Поэтому вертикальную планировку осуществляют главным образом на территориях, занятых улицами, дорогами и площадями, а также на участках, предназначенных для строительства зданий и сооружений. Улицам придают допустимые по СНиП продольные уклоны в зависимости от категории улиц и дорог.

Вертикальную планировку разрабатывают с учетом благоприятного размещения зданий и выявления архитектурно-пространственной композиции уникальных зданий и сооружений.

На остальных территориях вертикальную планировку следует проектировать в основном на бессточных участках и территориях с большими уклонами, где возможна эрозия почв. При вертикальной планировке территории не должно быть таких явлений, как

возникновение оползневых и просадочных процессов, нарушение режима грунтовых вод и образование заболоченных участков.

Планировочные отметки территории определяются при условии минимального объема земляных работ с учетом их нулевого баланса, т. е. равенства вытесняемых во время строительства грунтов и подсыпки. При этом необходимо считаться с очередностью строительства.

Значительные работы по вертикальной планировке будут в случае использования в градостроительных целях территорий с развитой овражной системой при частичной или полной засыпке оврагов и других неблагоприятных природных условиях.

Существенную роль играет вертикальная планировка при размещении зданий, сооружений и подземных инженерных сетей.

Решения по вертикальной планировке городских территорий во многом зависят от характера рельефа. По сложности использования рельеф подразделяют на:

- 1) простой – равнинные территории с равномерным уклоном не менее 0,005;
- 2) относительно простой – равнинные территории с небольшой волнистостью, с равномерным уклоном не менее 0,005;
- 3) относительно сложный – территории с отдельными тальвегами (тальвег – линия наиболее низких отметок дна долины, русла реки), понижениями при их глубине или высоте до 2 м, когда они занимают не более половины территории, со средним уклоном не менее 0,005;
- 4) сложный – плоские территории (малые уклоны) с наличием бессточных участков и территории с холмами, оврагами и пр., когда они занимают более половины площади.

По степени преобразования рельефа (существующего) вертикальную планировку можно осуществлять с частичным и коренным изменением поверхности.

Наиболее рационален первый способ.

4. Схема вертикальной планировки.

Схему вертикальной планировки разрабатывают на материалах геодезической подосновы и генерального плана населенного пункта или крупного жилого района. На этой стадии проектирования вертикальной планировки определяются необходимые, наиболее целесообразные решения по общему высотному расположению всех элементов населенного пункта, включая микрорайоны, по организации поверхностного стока и по прокладке городских улиц и дорог.

При составлении схемы вертикальной планировки определяют проектные (красные) отметки в точках пересечения осей улиц на перекрестках и в местах резкого изменения рельефа по трассе улиц и проектные продольные уклоны. Схему вертикальной планировки

следует разрабатывать одновременно с проработкой проекта планировки для выявления наилучшего технико-экономического решения при сравнении различных вариантов.

Наибольшие продольные уклоны дорог и улиц населенных пунктов имеют следующие значения:

Категории улиц и дорог	Наибольший продольный уклон, %
Скоростные дороги	0,04
Магистральные улицы и дороги:	
общегородского значения:	
непрерывного движения	0,05
регулируемого движения	0,05
районного значения	0,06
дороги грузового движения	0,04
Улицы и дороги местного значения:	
жилые улицы	0,08
дороги промышленных и коммунально-складских районов	0,06
пешеходные улицы и дороги	0,04
поселковые улицы	0,07
поселковые дороги	0,07
проезды	0,08

Наименьшие продольные уклоны по лоткам проезжей части для организации, нормального водоотвода с асфальтобетонных и цементно-бетонных покрытий принимают не менее 0,004, а с остальных покрытий – не менее 0,005.

При проектировании схемы вертикальной планировки необходимо учитывать высотное расположение территорий микрорайонов в целях обеспечения с этих территорий самотечного стока поверхностных вод в лотки улиц. Разрабатывая схему вертикальной планировки и определяя проектные отметки, следует учитывать высоту горизонтов подземных вод, колебания уровней воды в водоемах и отметки существующих сооружений.

При разработке схемы вертикальной планировки необходимо избегать образования на перекрестках и по трассе улиц, бессточных участков, куда направлены уклоны по улицам и где соответственно будут собираться поверхностные воды. Такие понижения не следует, по возможности, проектировать и при организации удаления поверхностного стока закрытой водосточной системой населенного пункта. Следовательно, вертикальную планировку перекрестков необходимо проектировать таким образом, чтобы как минимум по одной улице продольный уклон имел направление от перекрестка.

На схеме вертикальной планировки на перекрестках, в местах пересечения осей проезжих частей улиц и в точках изменения уклона наносят существующие (черные) и проектные (красные) отметки; стрелкой показывают направление продольного уклона улицы от более высоких отметок к пониженным, над стрелкой отмечают проектный

продольный уклон, а под ней – расстояние между точками, ограничивающими участок улицы с этим уклоном. Фрагмент схемы вертикальной планировки приведен на рисунке.

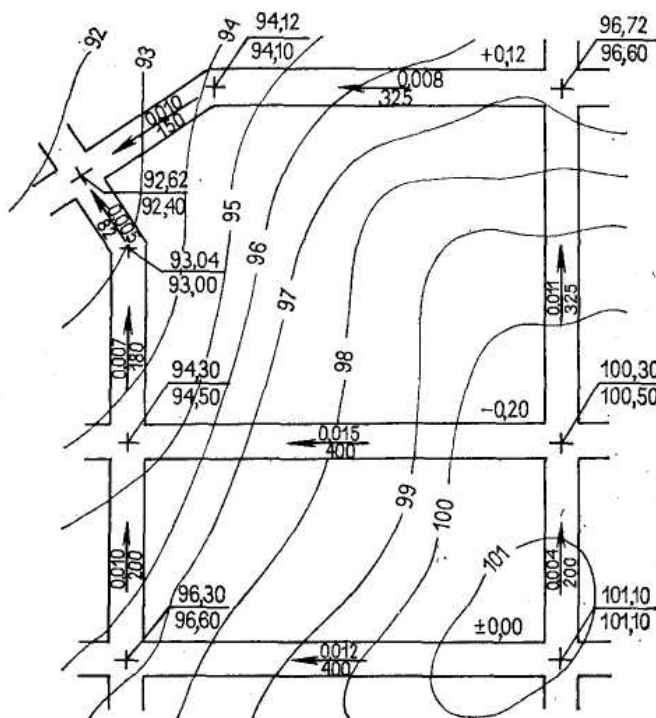


Рис. 9. Фрагмент схемы вертикальной планировки

5. Вертикальная планировка территории микрорайона.

Вертикальную планировку территории микрорайона осуществляют с учетом самотечного отвода поверхностных вод и минимального объема земляных работ.

В зависимости от существующего рельефа или начертания горизонталей вертикальная планировка территории микрорайона может быть односкатной (с одной или несколькими плоскостями), двухскатной и многоскатной.

Основной принцип организации вертикальной планировки территории микрорайона заключается в максимальном сохранении существующего рельефа. Она производится выборочно, на отдельных участках. Основными задачами вертикальной планировки микрорайона являются:

- 1) организация стока поверхностных вод с территории микрорайона по внутримикрорайонным проездам в лотки улиц, примыкающих к нему;
- 2) создание удобного движения пешеходов и внутримикрорайонного транспорта;
- 3) оптимальная привязка к рельефу зданий, сооружений и площадок различного назначения;
- 4) рациональное размещение избыточного грунта (из котлованов под здания и от прокладки подземных инженерных сетей);

5) выразительное архитектурно-планировочное решение микрорайона.

Основа для проектирования вертикальной планировки микрорайонов – проектные решения вертикальной планировки улиц и территорий, примыкающих к данному микрорайону.

Уклоны проектных плоскостей должны быть направлены к внешним сторонам микрорайона. Лишь в том случае, когда по территории проходит тальвег или овраг, уклоны могут быть направлены внутрь микрорайона с обязательной прокладкой водосточного коллектора.

Вертикальную планировку микрорайонов следует проектировать начиная с высотного решения внутримикрорайонных проездов. При условии минимальных объемов земляных работ назначение отметок по проездам необходимо увязывать с отметками существующего рельефа, учитывая, что сток поверхностных вод с территории микрорайона должен осуществляться самотеком по лоткам проездов в лотки прилегающих к микрорайону улиц.

Внутримикрорайонные проезды проектируют с односкатным профилем проезжей части, с пешеходными тротуарами вдоль зданий или без них в зависимости от принятой ширины проезда. Для создания нормальных и безопасных условий движения пешеходов и внутримикрорайонного транспорта значения продольных уклонов принимают в интервале 0,08–0,004 (максимальный и минимальный соответственно). Поперечный уклон проектируют от 0,015 до 0,025. Лоток на проезде может располагаться как со стороны, на которой размещается здание, так и с противоположной. Более рациональным следует считать второе решение. При проектировании вертикальной планировки внутримикрорайонных проездов привязка их осуществляется к красным отметкам лотков улиц.

При вертикальной планировке территории устраивают площадки под здания при помощи срезки или подсыпки грунта. В случае значительных уклонов территории микрорайона создают террасы как под отдельные, так и под группу зданий (см. рис.).

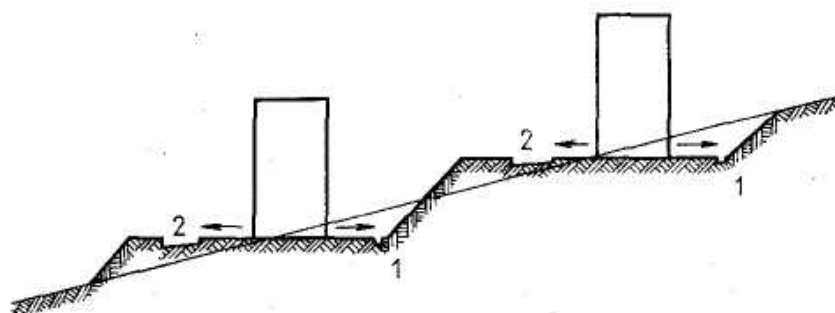


Рис. 25. Террасирование склона

1 – лоток; 2 – проезд

Террасы направляют вдоль горизонталей. Ширину террас проектируют такой, чтобы она полностью удовлетворяла требованиям застройки. Для пешеходного движения создают лестницы.

6. Организация стока поверхностных вод.

Организация стока поверхностных вод – инженерное мероприятие, осуществляемое для сбора поверхностных вод (дождевых, ливневых и талых) и отвода их за городскую территорию или на очистные сооружения.

Поверхностный водоотвод осуществляется водосточной системой со всех территорий населенного пункта. Водосточная система может быть открытой и закрытой. Открытые водостоки – это лотки, кюветы, каналы. Закрытая система представлена городской водосточной сетью или ливневой канализацией, состоящей из системы подземных коллекторов, прокладываемых под улицами города и при необходимости на других территориях (парки, скверы, микрорайоны и т.д.).

Открытую систему водоотвода можно применять в пригородной зоне, в поселках, в зонах отдыха, а также на территориях городских зеленых насаждений.

Городские водостоки прокладываются под улицами города, в первую очередь для отвода поверхностных вод из пониженных мест, под магистралями общегородского и районного значения, затем под остальными улицами. Водостоки образуют городскую водосточную сеть, перехватывающую и транспортирующую поверхностные воды с бассейнов стока. Границы общих бассейнов стока проходят по водоразделам и разделяют всю территорию города, в зависимости от рельефа и вертикальной планировки, на определенное число бассейнов. В каждом общем бассейне проектируют главный коллектор, который имеет выпуск собранных вод.

Водостоки представлены трубопроводами глубокого заложения, т. е. их прокладывают ниже глубины промерзания грунта. Допускается проектирование глубин заложения лотка трубы на 0,3 м ниже глубины промерзания грунта при диаметрах водостока до 500 мм и на 0,5 м при больших диаметрах. Диаметры городских водостоков рассчитывают для каждого расчетного участка по расходу стока на низовом его конце. Таким образом, диаметры водостоков увеличиваются от границ бассейнов до мест выпуска. По возможности, водостоки следует прокладывать с таким расчетом, чтобы его продольный уклон был равнозначен продольному уклону улицы, под которой он проходит.

Дождеприемные колодцы, через которые поверхностные воды поступают в водосточную сеть, устанавливают в пониженных местах, у въездов на территорию микрорайонов, на перекрестках со стороны притока воды и по улице в зависимости от продольного уклона на расстояниях от 50 до 100 м. Первый или начальный дождеприемный колодец располагают на расстоянии 100 – 250 м от водораздела. Это расстояние называется

длиной свободного пробега воды, на котором она течет по лотку улицы. Дождеприемные колодцы подсоединяются через смотровые колодцы к водостокам при помощи сточных веток диаметром 250 мм.

При расчетах водостоков следует учитывать, что не весь объем выпавших атмосферных осадков образует поверхностный сток. Некоторая часть их испаряется и впитывается в почву. Это явление учитывается коэффициентом стока, который зависит от типа поверхности, и его значение различно для различных поверхностей:

- кровли зданий, цементно-бетонные покрытия – 0,95;
- бульжные мостовые – 0,45
- гравийные дорожки – 0,3;
- открытый грунт – 0,2;
- зеленые насаждения – 0,1—0,2.

Вопросы для самоконтроля

1. Цель инженерной подготовки территории
2. Что показывают черные и красные отметки на топографических планах местности?
3. Вертикальная планировка
4. Цель и задачи вертикальной планировки
5. Подразделение рельефа по сложности использования
6. Схема вертикальной планировки, что учитывают при составлении?
7. Террасирование
8. Организация стока поверхностных вод

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература (библиотека СГАУ)

1. Варламова, Т. В. Инженерное обустройство территорий : учебное пособие / Т. В. Варламова, О. В. Михеева. - Саратов : ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2011. - 84 с. - ISBN 978-5-7011-0705-0
2. Николаевская И. А. Благоустройство территорий: Учеб. пособие [Текст] : учебное пособие / И.А. Николаевская. - М. : Академия, 2002. - 268 с. : ил.
3. Теодоронский В.С. Строительство и эксплуатация объектов ландшафтной архитектуры : учебник / В. С. Теодоронский, Е. Д. Сабо, В. А. Фролова. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2007. - 352 с. : ил. - (Высшее проф. образование. Ландшафтное строительство). - ISBN 978-5-7695-4151-3.

Дополнительная литература

1. Болдырева Л. А. Инженерная подготовка строительных площадок и благоустройство территорий / Л.А. Болдырева, А.Л. Левинзон, Н.К. Миропольская и др. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Строиздат, 1985. – 287 с., ил.

2. Владимиров В.В. Инженерная подготовка и благоустройство городских территорий / Владимиров В.В., Давидянц Г.Н., Росторгуев О.С., Шафран В.Л. – М.: Архитектура – С, 2004. – 240 с.

3. Ясинецкий, В. Г. Организация и технология гидромелиоративных работ / В. Г. Ясинецкий. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Агропромиздат, 1986. - 352 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для высших сельскохозяйственных учебных заведений).

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, поисковые системы Rambler, Yandex, Google:

- Электронная библиотека СГАУ – <http://library.sgau.ru>
- Библиотека ГОСТов и нормативных документов <http://libgost.ru>

1. Земляные работы

Земляные работы выполняются при постройке любого здания или сооружения и составляют значительную часть их стоимости и особенно трудоемкости. По своему назначению земляные сооружения подразделяются на гидротехнические (плотины, дамбы, каналы и т.п.); дорожные (земляное полотно дорог); ирригационные и мелиоративные (пруды, оросительные и осушительные каналы и т.п.); сооружения промышленного и гражданского строительства. В зависимости от назначения и срока службы земляные сооружения могут быть постоянными (выемки и насыпи дорог, каналы, плотины) и временными (траншеи, служащие для прокладки трубопроводов, коллекторов и т. д.).

В зависимости от расположения относительно земной поверхности сооружения делятся на надземные (насыпи и выемки) и подземные (тоннели), надводные и подводные.

К выемкам относят сооружения, расположенные ниже дневной поверхности (рис. 1, а, б, д, к), а к насыпям – сооружения, возводимые отсыпкой грунта выше дневной поверхности (рис. 1, е, ж, з, и, л). Сооружения из грунта, расположенные частично в выемке, частично в насыпи, относят к полувыемкам, если преобладает выемка (рис. 1, в), или к полунасыпям, если преобладает насыпь (рис. 6, г).

В зависимости от назначения выемки делят на профильные (деловые) являющиеся частью строящихся сооружений, и непрофильные (карьеры, резервы), из которых берут грунт для насыпных сооружений.

Насыпь называют качественной, если она обладает хотя бы одним из следующих свойств:

- Статически устойчива против действия напора воды.
- Длительное время сохраняет величину проектной высоты
- В процессе эксплуатации дает осадку в пределах допустимой величины
- Откосы устойчивы и защищены от действия воды, льда, ветра

Насыпи бывают двух видов: профильные (качественные) и непрофильные. К профильным относят все насыпи, возводимые в соответствии с заданными размерами в плане и по высоте и с уплотнением грунта так, чтобы они имели необходимую плотность, прочность, водонепроницаемость, статическую устойчивость.

В местах складирования не используемого из выемок грунта образуются непрофильные насыпи (отвалы, кавальеры).

К насыпям следует относить и обратные засыпки ранее образованных выемок или естественных ям и понижений. Обратные засыпки можно выполнять с искусственным уплотнением или без уплотнения.

Котлован – это временная профильная выемка для возведения искусственного сооружения ниже естественной или искусственной дневной поверхности.

Траншея – линейно протяженный котлован с вертикальными или наклонными стенками для укладки трубопроводов, дрен, ленточных фундаментов.

Карьер – сосредоточенная выемка, в которой открытым способом добывают полезные ископаемые породы, в том числе грунт для насыпных земляных сооружений.

Резерв – линейно протяженная выемка с запасом грунта, который берут для возведения линейно протяженных насыпных сооружений.

Отвал – непрофильная насыпь, место сосредоточенного складирования неиспользуемого или непригодного грунта.

Временный или промежуточный отвал – место для временного складирования грунта, используемого в дальнейшем для насыпей и засыпок.

Кавальер – непрофильная линейно протяженная насыпь неиспользуемого грунта вдоль линейной профильной выемки (канала, дороги).

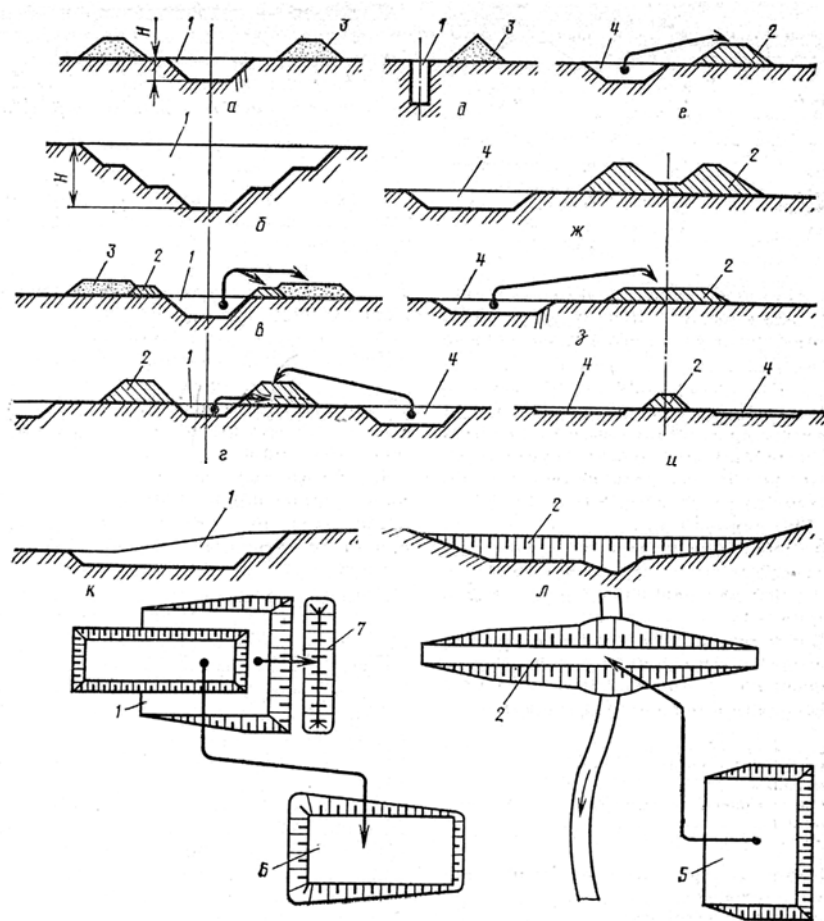


Рис. 1. Земляные сооружения:

a – канал (котлован) в выемке глубиной до 5 м; *б* – то же, при глубине выемки более 5 м; *в* – канал в полувыемке; *г* – канал в полунасыпи; *д* – траншея; *е* – дамба (плотина); *ж* – канал целиком в насыпи; *з* – земляная подушка (или дорожное полотно); *и* – земляной валик высотой до 1 м; *к* – котлован под сооружение; *л* – грунтовая плотина; *1* – профильные (деловые) выемки; *2* – профильные (качественные) насыпи; *3* – кавальеры грунта; *4* – резервы; *5* – карьер грунта; *6* – постоянный отвал; *7* – временный отвал.

Кювет – линейно протяженная профильная выемка в виде канавы для сбора и отвода воды от линейного сооружения (обычно вдоль дороги).

Названия различных элементов поперечного сечения выемок и насыпей приведены на рисунке 2.

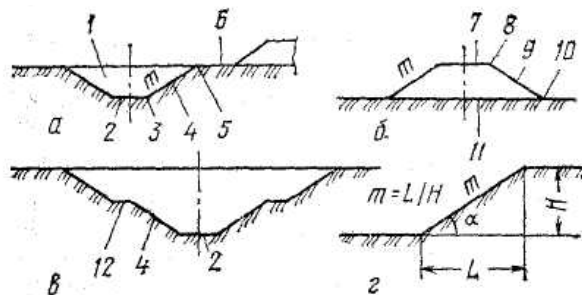


Рис. 7. Элементы поперечного сечения выемок и насыпей:

a – выемка; *б* – насыпь; *в* – глубокая выемка; *г* – откосы выемок и насыпей; *1* – поперечное сечение выемки; *2* – дно выемки; *3* – подошва откоса выемки; *4* – откос выемки; *5* – бровка выемки; *6* – берма; *7* – гребень насыпи; *8* – бровка насыпи; *9* – откос насыпи; *10* – подошва откоса насыпи; *11* – основание насыпи; *12* – промежуточная берма.

Рис. 2. Элементы поперечного сечения выемок и насыпей.

Объем земляных работ определяют в соответствии с правилами вычисления объемов геометрических тел. При сложной конфигурации выемок и насыпей их разбивают на более простые части, объемы которых определяют по формулам геометрии. Для определения объемов по многочисленным однообразным объектам (каналам, дамбам, валикам) используют готовые таблицы.

Все объемы работ при разработке принято определять по грунту в состоянии естественной плотности. Различают проектные и производственные объемы работ.

Проектные (их называют также геометрические или профильные) объемы вычисляют по геометрическим размерам, предусмотренным проектом сооружения. Для земляных сооружений в выемке и в полувыемке проектный объем определяют по геометрическим размерам выемки, а для сооружений в полунасыпи и насыпи – по геометрическим размерам насыпных частей в соответствии с проектными размерами. Производственные объемы работ соответствуют фактически выполненным с учетом дополнительных объемов, появляющихся при повторных переработках (перекидках) грунта, а также с учетом удаления и замены непригодных грунтов, переуплотнения их в профильных насыпях, необходимого запаса на осадку насыпи и основания сооружения. Обобщение опыта производства работ по строительству каналов показывает, что соотношение между профильными $V_{\text{проф}}$ и производственными $V_{\text{произв}}$ объемами работ определяется соотношением:

$$V_{\text{произв}} = (1,3 \dots 2,0) V_{\text{проф}}$$

2. Баланс грунтовых масс

Разрабатываемый в выемках грунт подлежит перемещению в насыпи. Наиболее целесообразно грунт из профильных (деловых) выемок перемещать в профильные насыпи, сводя к минимуму непрофильные объемы работ в карьерах и резервах. При больших объемах котлованов карьеры для устройства насыпей могут не понадобиться. Наиболее рационального использования грунта из выемок можно добиться при составлении баланса грунтовых масс.

Баланс грунтовых масс – это проектный документ, в котором установлено

1. порядок и место размещения грунта из выемок в насыпи
2. потребность в карьерах резервах
3. кратчайшие пути перемещения грунта из выемок в насыпи.

Условно различают: частный (БГМ), районный, сводный. Баланс называют **активным** – если все объемы выемок больше объемов насыпей; **пассивный** баланс – это когда грунта из выемок не хватает для сооружения насыпей. Недостающий грунт берут из карьеров и резервов. Нулевой баланс $V_{\text{в}}=V_{\text{н}}$ Его составляют в виде графических схем и таблиц (табл. 1) с учетом наилучшего использования грунта из профильных выемок для возведения насыпей при минимальных дальностях перемещения грунта и минимальной общей стоимости земляных работ по объекту.

Таблица 1

Ведомость баланса грунтовых масс

15. Ведомость баланса грунтовых масс

Выемки		Насыпи				
наименование	объем	отвал грунта	земляная часть плотины	временный отвал	обратная засыпка пазух	...
Котлован	V_I	v_1	v_3	v_6	—	...
Карьер	V_{II}	—	v_4	—	v_8	...
Отводящий канал	V_{III}	v_2	v_5	v_7	—	...
Из временных отвалов	V_{IV}	—	—	—	v_9	...
...
$\Sigma V_B / \Sigma V_H$		V_1	V_2	V_3	V_4	...

На схемах стрелками показывают направления всех перемещений грунта, выписывают объемы и дальности его возки. В левой части ведомости баланса грунтовых масс выписывают все виды выемок и их объемы, в правой части – насыпи и их объемы.

При составлении баланса грунтовых масс должны быть учтены работы, связанные с удалением непригодных грунтов, подготовкой оснований, обратные засыпки и дополнительные перемещения грунта, а также переуплотнение грунта в профильных насыпях, запасы на осадку и потери грунта при перемещении. Объемы выемок надо определять с учетом всех перечисленных факторов. Сумма объемов всех выемок должна быть равна сумме объемов всех насыпей!

3. Способы производства земляных работ

Основным и наиболее трудоемким видом работ в строительстве являются земляные работы, которые производят: механическим, гидравлическим, гидромеханическим, взрывным, физическим, химическим, ручным и комбинированным способами.

Механический способ осуществляется применением землеройной и землеройно-транспортной техники и является наиболее распространенным (по удельному весу занимает около 95% от всех способов), хорошо освоенным и универсальным.

Гидравлический способ применяют при разработке выемок каналов в песчаных грунтах, когда имеются аккумулирующие емкости воды для размыва и естественные понижения для складирования смываемого грунта. Применение данного способа ограничено.

Гидромеханический способ основан на использовании средств гидромеханизации (установок, разрабатывающих земляной массив напором водяной струи или всасыванием грунта вместе с водой). Высокопроизводителен, однако, требует наличия и перемещения значительных масс воды (до 10 м^3 на 1 м^3 грунта), при этом грунт должен быть несвязным или малосвязным.

Взрывной способ с использованием энергии взрыва производится на плотных, полускальных и скальных грунтах, а так же, при наличии технико-экономического обоснования, дефиците кадров и технических средств, в неосвоенной и необжитой местности на нескальных грунтах. Главный недостаток взрывного способа – неконтролируемый и значительный разброс минеральной породы по поверхности плодородного слоя и высокая степень уплотнения нижних слоев грунта.

Вопросы для самоконтроля

1. Виды земляных сооружений
2. Виды земляных работ
3. Баланс грунтовых масс
4. Способы производства земляных работ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Белецкий, Б. Ф. Технология и механизация строительного производства [Электронный ресурс] / Б. Ф. Белецкий. - 4-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2011. - 752 с. - ISBN 978-5-8114-1256-3 : Б. ц.
2. Белецкий, Б. Ф. Строительные машины и оборудование [Электронный ресурс] / Б. Ф. Белецкий, И. Г. Булгакова. - 3-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2012. - 608 с. - ISBN 978-5-8114-1282-2
3. Болотин, С. А. Организация строительного производства : учебное пособие / С. А. Болотин, А. Н. Вихров. - 3-е изд., стер. - М. : Академия, 2009. - 208 с. - (Высшее проф. образование. Строительство). - ISBN 978-5-7695-6471-0.
4. Иванов Е.С. Организация строительства объектов природообустройства. -М.: Колос, 2009, 415 стр.

ЛЕКЦИЯ №3

ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ БУЛЬДОЗЕРАМИ

1. Области и условия применения бульдозеров.

Бульдозер является землеройно-транспортной машиной циклического действия. Рабочим органом бульдозера служит отвал с ножом, укрепленный на раме, которая навешивается на гусеничный или колесный трактор. Во время движения бульдозера при опускании отвала с ножевым устройством ниже уровня опорной поверхности гусениц нож врезается в грунт и, срезая стружку, накапливает ее впереди отвала. При дальнейшем движении бульдозера отвал выглубляется и срезанный грунт волоком перемещается по поверхности земли к месту отсыпки. Если перемещенный грунт надо распределить по поверхности земли, то отвал несколько приподнимают над ней.

Отвал бульдозера может быть поворотный (универсальный) и неповоротный, а система управления – канатно-блочная и гидравлическая.

Бульдозер широко применяется при:

- разработке и транспортировке грунта
- планировке поверхности площадей
- при отсыпке дамб, дорог с перемещением грунта в отвал
- устройстве насыпей
- устройстве террас на склонах
- устройстве профилированной дороги

Бульдозер также широко используется на вспомогательных работах в комплексе с другими машинами, (бульдозер перемещает грунт из отвалов, отсыпаемых экскаваторами; зачищает и планирует дно выемки, разработанной экскаватором, и т.д.) и при производстве подготовительных работ (расчистке участка от кустарника, деревьев, пней, растительного покрова, камней, строительного мусора и т.д.).

Бульдозер разрабатывает грунт I, II и III категорий. Как землеройно-транспортная машина он эффективен при условии перемещения грунта на небольшие расстояния.

Таблица 2.

Условия применения бульдозеров
Объемы земляных работ

Объемы земляных работ на одном объекте	
Тяговый класс базового тягача, кН	Минимальный объем работ на одну машину, м ³
40.....60 60.....100	до 3000
100.....150	3000....50000
150.....250	более 50000

Таблица 3.

Дальность перемещения грунта

Тяговый класс базовой машины, кН	40.....60	60.....100	150.....250
Дальность перемещения, м	30.....50	50.....70	100.....150

Таблица 4.

Наибольшие уклоны, преодолеваемые бульдозерами

Положение бульдозера	Класс бульдозера		
	до 40 кН	до 100 кН	до 150...250 кН

Движение вверх	20	25...30	25
Спуск с грунтом	20	25...35	35
При поперечном уклоне	20	30	30

Грунтовые условия

В тяжелых и плотных грунтах отвал бульдозера плохо заглубляется, а на мерзлых вообще не заглубляется. В таких случаях грунты предварительно рыхлят.

Для производства работ в заболоченных и обводненных местности на грунтах со слабой несущей способностью рекомендуется применять бульдозеры на тракторах с уширенными гусеницами или устанавливать на гусеницы уширители.

Основные рабочие параметры и производительность бульдозеров определяются мощностью базового тягача, на котором они навешены (табл. 5).

Таблица 5

Основные технические характеристики бульдозеров.

Марка (тип трактора)	Мощность, кВт	Масса, т	Емкость ковша, м ³ (размер отвала, м)	Наибольшие размеры разработки, м		Габариты (длина × × ширина × × высота), м	Произ- води- тель- ность, м ³ /ч
				шири- на	глубина (высо- та)		
<i>Бульдозеры</i>							
ДЗ-37 (МТЗ-52)	41	3,8	2,0×0,7	2,0	0,15	6,2×2,3×3,3	200
ДЗ-29 (Т-74)	55	6,6	2,6×0,8	2,6	0,3	4,8×2,5×2,5	280
ДЗ-42 (ДТ-75)	59	7,3	2,6×0,8	2,6	0,3	4,8×2,6×2,7	300
ДЗ-8 (Т-100)	79	13,6	3,2×1,2	3,2	1,0	5,3×3,2×3,1	510
ДЗ-18 (Т-100)	79	13,6	3,9×1,0	3,9	0,5	5,5×3,2×3,1	570
ДЗ-28 (Т-130)	118	14,1	3,9×1,0	3,9	0,4	6,4×3,2×3,1	860
ДЗ-24А (Т-180)	132	18,2	3,4×1,1	3,4	1,0	7,0×4,4×2,8	900
ДЗ-48 (К-702)	155	18,2	3,6×1,2	3,6	0,6	7,5×3,6×3,5	1050
ДЗ-34 (ДЭТ-250)	221	31,4	4,5×1,6	4,5	0,4	6,9×3,8×3,2	1400

2. Производство работ бульдозерами

Цикл работы бульдозера состоит из резания, перемещения и разгрузки грунта с последующим возвратом бульдозера к месту набора. От способов выполнения этих основных операций, а также от схемы пути движения бульдозера зависит его производительность.

Срезание грунта бульдозером можно производить следующими способами (рис. 3):

- 1) тонкой стружкой при постоянной глубине резания (рис. 3, а);
- 2) клиновидной стружкой (рис. 3, б);
- 3) гребенчатой стружкой (рис. 3, в).

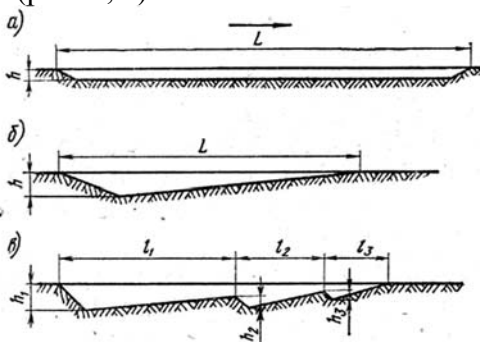


Рис. 3 Схемы резания грунта бульдозером

Резание грунта следует осуществлять на горизонтальных участках или спусках, так как при движении на подъем, значительная часть силы тяги тратится на передвижение самого бульдозера. Если известна средняя толщина стружки, которую можно определить из уравнения тяговых сопротивлений бульдозера, длину пути набора грунта находят по формуле.

$$l_n = \frac{qK_p'K_{\Pi}}{K_h hb_0 \sin \beta}$$

где q – объем грунта, перемещаемого отвалом бульдозера, m^3

K_p' – коэффициент приведения грунта к первоначальной плотности;

Резание и набор грунта следует производить на первой передаче трактора по возможности под уклон в 10–20%, что позволяет срезать стружку наибольшей толщины на всем участке набора грунта и увеличить производительность бульдозера в 1,5–2,5 раза. При работе на горизонтальных участках сохранить максимальное заглубление ножа по всей длине резания не удастся, поэтому рациональнее применять клиновидный или гребенчатый способ.

В благоприятных условиях длина пути набора грунта в среднем равна 6...10 м.

Перемещение грунта производится на второй скорости, а в особо благоприятных случаях (при работе под уклон) – на третьей скорости. Транспортировка грунта бульдозером на сравнительно большие расстояния ведется с отсыпкой промежуточных валиков или траншейным способом. В первом случае сначала грунт перемещают на 20–30 м и отсыпают в промежуточные валики, а затем из валиков еще на такое же расстояние (так 2–3 раза до места укладки). При этом способе бульдозер каждый раз перемещается с более полно загруженным отвалом.

Разработку больших объемов грунта целесообразно производить траншейным способом, когда перемещение его осуществляется в траншеях, которые прорезают в грунте или создают за счет потерь грунта при движении бульдозера (рис. 4, а). Боковые стенки траншеи препятствуют потере грунта при движении и, кроме того, позволяют значительно увеличить количество грунта, перемещаемого отвалом за один раз (рис. 4, б, в). Потери грунта в процессе перемещения можно значительно уменьшить, используя спаренную работу бульдозеров или путем устройства на отвале открьлок.

Отсыпка грунта осуществляется двумя способами: послойно с одновременным уплотнением и грудами без послойного уплотнения.

Работы, связанные с разработкой и перемещением грунта, можно выполнять по различным схемам путей передвижения бульдозеров. Различают поперечную и продольную разработки.

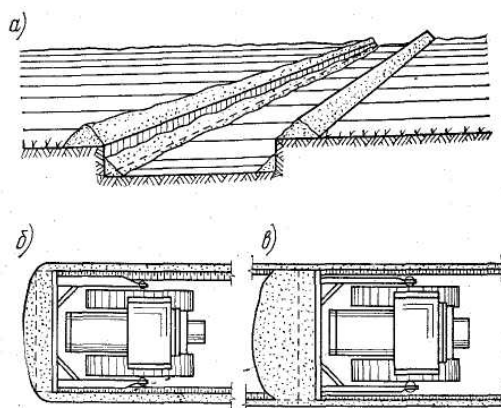


Рис. 48. Траншейный способ разработки и перемещения грунта бульдозером:

а – общий вид траншеи, разработанной бульдозером за несколько проходов; *б* и *в* – заполнение отвала грунтом при перемещении по поверхности и в траншее

Рис. 4 – Траншейный способ разработки и перемещения грунта бульдозером

Чаще бульдозеры используют для поперечной разработки. При поперечном перемещении грунта на небольшие расстояния в одну сторону от разрабатываемой полосы бульдозер после очередного рабочего хода возвращается для набора грунта задним ходом. Если дальность перемещения грунта значительна, то для сокращения продолжительности холостого пробега бульдозер разворачивается на 180° и возвращается к месту набора грунта передним ходом. В случае отсыпки грунта на две стороны от разрабатываемой полосы при значительной ее ширине выгоднее вести разработку при рабочих движениях бульдозера в обоих направлениях (челночная схема).

При перемещении грунта на большие расстояния можно использовать схему движения по эллипсу и восьмеркой.

Выбор схемы определяется из условия наименьших затрат времени на холостые пробеги, переключение скоростей и повороты.

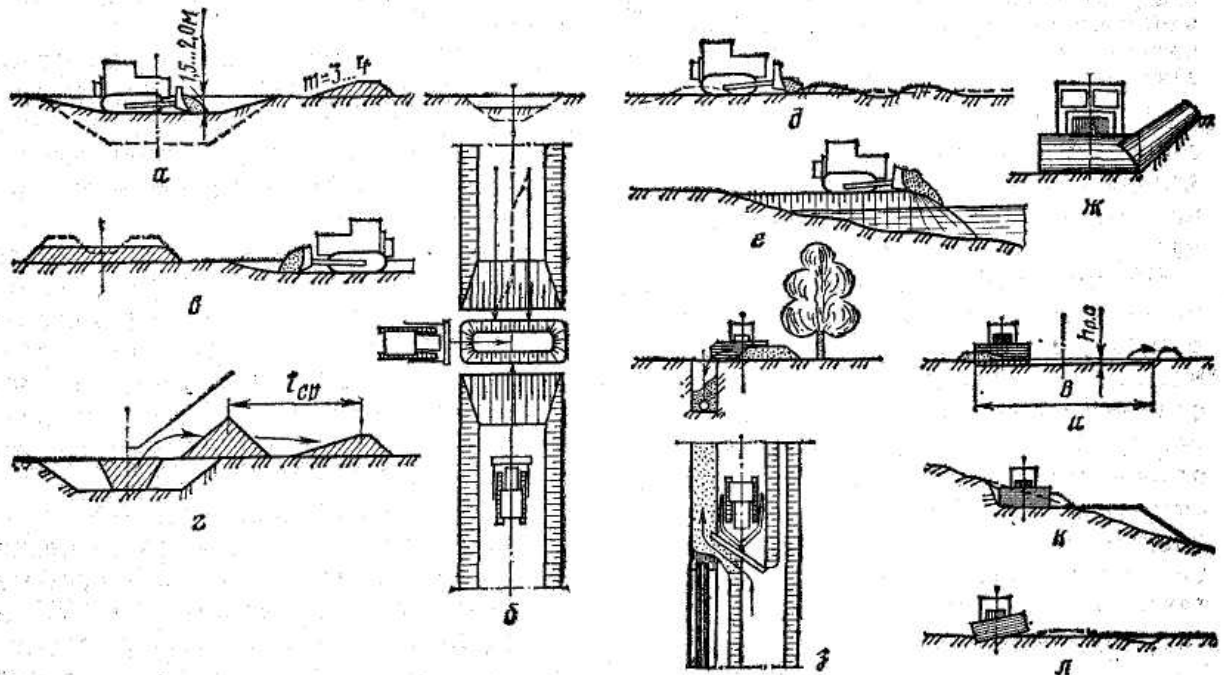


Рис
стрс

а — поперечная разработка верхнего слоя выемки канала; *б* — продольно-поперечная разработка нешироких выемок; *в* — отсыпка подушек для каналов из боковых резервов; *г* — перемещение грунта, разработанного экскаватором в выемке канала, из временного отвала в постоянный; *д* — планировка поверхности грунта; *е* — отсыпка грунта в воду пионерным способом; *ж* — зачистка откосов специальным откосным отвалом; *з* — засыпка траншей продольными ходами универсального бульдозера; *и* — снятие растительного слоя; *к* — устройство террас на косогорных участках; *л* — профилирование полотна грунтовой дороги.

Рис. 5 — Применение бульдозера с неповоротным и поворотными отвалами в гидромелиоративном строительстве

Участки широких поверху каналов в выемке глубиной до 1,5...2 м можно разрабатывать бульдозерами при движении их по поперечной схеме. При этом сечение выемки получается криволинейного очертания, и для проведения его к трапецидальному требуется доработка (рис. 5, а).

Каналы шириной поверху, не позволяющей вести поперечную разработку, но шириной по дну не менее ширины захвата отвалом бульдозера, можно разрабатывать по продольно-поперечной схеме. При этом способом продольными ходами срезают и перемещают грунт к границе двух разрабатываемых участков канала, откуда грунт поперечными ходами другого бульдозера перемещают за пределы выемки (рис. 5, б).

Бульдозеры применяют для перемещения грунта, вынутого из выемки экскаваторами, что экономически выгоднее перекидки самим экскаватором (рис. 5, г). Бульдозерами можно также разравнивать грунт в отвалах, отсыпанных экскаваторами или транспортными средствами.

Магистральные, распределительные каналы и каналы разводящей сети на участках с подсыпным дном часто устраивают, предварительно отсыпая общую подушку, в которой затем нарезают сечение канала. Если такую подушку отсыпают из закладываемых вдоль трассы резервов, то можно применить бульдозеры (рис. 5, в). Отсыпку ведут послойно с уплотнением каждого слоя.

Грунт, отсыпанный в профильные насыпи самосвалами, грейдер-элеваторами, тракторными тележками, большегрузными скреперами, чаще всего разравнивают бульдозерами.

Бульдозеры используют также для зачистки и планировки поверхности дна и откосов каналов и котлованов, которые после разработки другими машинами получаются неровными.

При большей крутизне откосов, когда передвижение по откосам становится невозможным из условия устойчивости агрегата на опрокидывание, применяют бульдозер со сменным откосником, прикрепляемым к отвалу (рис. 5, ж).

Помимо планировки поверхностей выемок и насыпей, бульдозеры можно использовать также для строительной планировки орошаемых участков, строительных площадок и др.

При дальности перемещения до 50...100 м бульдозеры применяют для производства различных вскрышных работ, в том числе для снятия растительного грунта в основании качественных насыпей. Бульдозеры используют также при производстве работ, связанных с отсыпкой грунта в воду, при перекрытии русел рек, каналов, засыпке промоин дамб каналов (рис. 5, е).

Универсальные бульдозеры при постановке отвала под прямым углом к оси тягача используют так же, как и бульдозеры с неповоротным отвалом. Возможность изменения угла захвата в плане, а у некоторых бульдозеров и угла зарезания дает им преимущества при выполнении некоторых видов работ. Это позволяет использовать универсальные бульдозеры на засыпке траншей (рис. 5, з), при снятии растительного слоя с полосы под насыпи (рис. 5, и), при устройстве террас и выемок на косогорных участках (рис. 5, к), при профилировании полотна грунтовых дорог (рис. 5, л). Все эти работы выполняют при движении бульдозера вдоль оси сооружения без затрат времени на повороты и холостые пробеги. Возможность поперечного перемещения грунта при продольном движении бульдозера позволяет применять бульдозеры с поворотным отвалом для работы в стесненных условиях при наличии узкой полосы вдоль объекта (рис. 5, з).

3. Производительность бульдозеров

В зависимости от вида выполняемых работ (разработка грунта или планировка поверхности) производительность бульдозеров выражают в единицах объема или площади.

Различают следующие виды производительности:

- 1) Конструктивная (теоретическая)
- 2) Техническая (при ее расчете учитывают некоторые условия производства работ, $\text{м}^3/\text{ч}$).
- 3) Эксплуатационная – она в большей степени учитывает условия производства ($\text{м}^3/\text{ч}$, $\text{м}^3/\text{см}$, $\text{м}^3/\text{мес.}$, $\text{м}^3/\text{год}$)

К числу факторов, наиболее существенно влияющих на производительность бульдозеров, относятся: физические свойства (механический состав, плотность, влажность) грунта, дальность его перемещения, уклоны местности, а также геометрические размеры и форма отвалов.

При разработке и перемещении грунта бульдозер работает как машина циклического действия, и его производительность рассчитывается по формуле ($\text{м}^3/\text{ч}$):

$$П = qnK_{\Pi} K_i K'_p K_B,$$

где q — объем грунта, перемещаемый отвалом и зависящий от геометрических размеров отвала и условий перемещения грунта; n — число циклов в час при определенной дальности перемещения грунта; K_{Π} — коэффициент потерь грунта в боковые валики, зависящий от дальности перемещения и вида грунта; K_i — коэффициент, учитывающий влияние уклона пути; K'_p — коэффициент приведения грунта к первоначальной плотности; K_B — коэффициент использования рабочего времени.

Объем грунта (q , m^3), который может быть набран перед отвалом, определяется по формуле:

$$q = fb_0K_H = \frac{H_0^2 b_0 \sin \beta}{2 \operatorname{tg} \varphi} K_H,$$

где $f = 0,5 \cdot H_0 \cdot H_0 / \operatorname{tg} \varphi$ — площадь поперечного сечения грунта перед отвалом; b_0 — ширина отвала, м; H_0 — высота отвала, м; β — угол захвата (см. рис. 4), град; φ — угол естественного откоса грунта ($30 \dots 40^\circ$); K_H — коэффициент заполнения емкости перед отвалом бульдозера в долях единицы от наибольшего возможного наполнения ($\approx 0,6 \dots 0,8$).

$$K_p = V_p / V_e, \quad K'_p = 1 / K_p$$

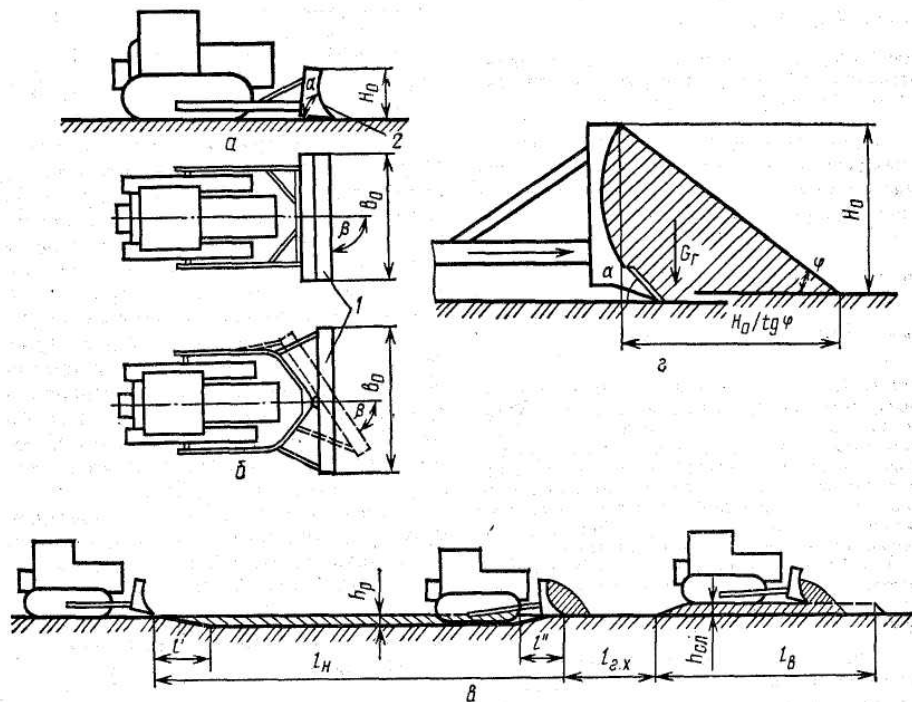


Рис. 6 — Схемы работы бульдозеров

Число циклов бульдозера в час

$$n = 3600/t_{\text{ц}},$$

продолжительность одного цикла

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{н}} + t_{\text{г.х}} + t_{\text{х.х}} + 2t_{\text{п}} + mt_{\text{п.п}} + t_0 =$$

$$= \frac{l_{\text{н}}}{K_v v_{\text{н}}} + \frac{l_{\text{г.х}}}{K_v v_{\text{г.х}}} + \frac{l_{\text{н}} + l_{\text{г.х}}}{K_v v_{\text{х.х}}} +$$

$$+ 2t_{\text{п}} + mt_{\text{п.п}} + t_0,$$

где $t_{\text{н}}$, $t_{\text{г.х}}$, $t_{\text{х.х}}$, $t_{\text{п}}$, $t_{\text{п.п}}$, t_0 – соответственно продолжительности резания грунта, перемещения грунта, обратного (холостого) хода, одного поворота на 180° (10...20 с), одного переключения скорости (5 с), опускания отвала в рабочее положение (1...2 с); m – число переключений скоростей трактора в течение одного цикла; $l_{\text{н}}$, $l_{\text{г.х}}$ – длины путей резания грунта и перемещения к месту укладки, м; $v_{\text{н}}$, $v_{\text{г.х}}$, $v_{\text{х.х}}$ – скорости движения бульдозера соответственно при резании грунта, перемещении грунта и обратном ходе, м/с; K_v – коэффициент, учитывающий снижение скоростей по сравнению с расчетной конструктивной скоростью трактора (средние значения коэффициентов снижения скорости при резании и перемещении грунта составляют 0,7... 0,75, при обратном холостом ходе – 0,85...0,9).

Коэффициент потерь грунта в зависимости от дальности его перемещения приближенно определяется зависимостью

$$K_{\text{п}} = 1 - k_l l_{\text{г.х}},$$

где k_l – опытный коэффициент, изменяющийся от 0,008 до 0,04; большие значения относятся к сухим сыпучим грунтам, меньшие – к связным (по данным Ю. Б. Дейнего); $l_{\text{г.х}}$ – длина пути перемещения грунта до места отсыпки, м.

С увеличением дальности перемещения грунта производительность бульдозеров резко снижается вследствие увеличения продолжительности цикла и потерь грунта в боковые валики.

При выполнении бульдозерами работ по планировке поверхности их эксплуатационную производительность ($\text{м}^2/\text{ч}$) определяют по формуле

$$P_{\text{пл}} = \frac{3600L (b_0 \sin \beta - 0,5)}{m \left(\frac{L}{v} + t_{\text{п}} \right)} K_{\text{в}},$$

где L – длина планируемого участка; b_0 – ширина отвала; 0,5 м – ширина перекрытия смежными проходами; β – угол захвата (для неповоротных отвалов $\beta = 90^\circ$ и $\sin \beta = 1$); v – скорость движения тягача при планировке, м/с; $t_{\text{п}}$ – продолжительность разворота в конце планируемого участка, с; m – число проходов по одному месту.

Вопросы для самоконтроля

5. Области применения бульдозеров
6. Условия применения бульдозеров
7. Рабочий цикл бульдозеров

8. Схемы резания грунта бульдозером
9. Схемы рабочих перемещений бульдозеров
10. Производительность бульдозера и пути ее повышения

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Белецкий, Б. Ф. Технология и механизация строительного производства [Электронный ресурс] / Б. Ф. Белецкий. - 4-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2011. - 752 с. - ISBN 978-5-8114-1256-3 : Б. ц.
2. Белецкий, Б. Ф. Строительные машины и оборудование [Электронный ресурс] / Б. Ф. Белецкий, И. Г. Булгакова. - 3-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2012. - 608 с. - ISBN 978-5-8114-1282-2
3. Болотин, С. А. Организация строительного производства : учебное пособие / С. А. Болотин, А. Н. Вихров. - 3-е изд., стер. - М. : Академия, 2009. - 208 с. - (Высшее проф. образование. Строительство). - ISBN 978-5-7695-6471-0.
4. Иванов Е.С. Организация строительства объектов природообустройства. -М.: Колос, 2009, 415 стр.

Дополнительная литература

1. Абдразаков Ф.К., Бахтиев Р.Н., Волков А.В. Организация инженерных работ при строительстве каналов: метод. пособие к выполнению курсовых проектов /ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» – Саратов, 2009. – 36 с.
2. Абдразаков, Ф. К. Организация и технология производства скреперных работ : метод. указ. по выполнению практ. работы / ФГОУ ВПО СГАУ, Факультет природообустройства ; сост. Ф. К. Абдразаков, Р. Н. Бахтиев, А. В. Волков. - Саратов : ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2009. - 16 с.
3. Организация строительного производства : учебник для строительных вузов / Л. Г. Дикман. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. - 608 с.
4. Стаценко, А. С. Технология строительного производства / А. С. Стаценко. - Ростов н/Д. : Феникс, 2006. - 416 с. - (Высшее образование).
5. Соколов, Г. К. Технология строительного производства : учебное пособие / Г. К. Соколов. - М. : Академия, 2006. - 544 с.
6. Сабо, Евгений Дюльевич. Гидротехнические мелиорации объектов ландшафтного строительства : учебник / Е. Д. Сабо, В. С. Теодоронский, А. А. Золотаревский. - М. : Академия, 2008. - 336 с. : ил. - (Высшее проф. образование. Ландшафтное строительство). - ISBN 978-5-7695-4318-0
7. Ясинецкий В.Г., Фенин Н.К. Организация и технология гидромелиоративных работ. М.,1986.
8. Электронная библиотека СГАУ – <http://library.sgau.ru>
9. Библиотека ГОСТов и нормативных документов <http://libgost.ru>

ЛЕКЦИЯ 4

ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ СКРЕПЕРАМИ

1. Области и условия применения скреперов

Название «скрепер» обозначает с английского слова «скребок»

Скрепер является высокопроизводительной машиной циклического, действия, выполняющей операции по разработке, транспортированию и укладке грунта в отвал (насыпь) с частичным его уплотнением. Рабочим органом скрепера служит ковш с ножевым устройством, который при движении (под действием тягача или собственного двигателя) осуществляет послойное резание (копание) грунта с одновременным набором его в ковш. Переход в транспортное положение осуществляется выглублением ковша с одновременным его закрытием. Разгружается грунт послойно в процессе движения при помощи наклона ковша или перемещения его задней стенки.

Скрепер применяется:

- При разработке грунта в выемках глубиной 4...5 м.
- Возведении насыпей
- Вскрыша и подготовке оснований
- Планировке площадей
- Срезка грунта с откосом при крутизне 1:3,5
- Используется как транспортное средство

Условия применения:

1) По грунтам

- грунт должен иметь нетвердые включения размером 2/3 глубины копания.
- скрепер работает плохо на сухих сыпучих грунтах и тяжелых глинистых. Тяжелые глинистые грунты предварительно разрыхляют

2) По дорогам

- Дальность возки грунта для прицепных 400...800 м.
- для самоходных 3...5 м.
- допустимые уклоны дорог

для прицепных - 0,15...0,3

для самоходных – 0,12...0,25

3) По размеру и объему сооружений

- Ширина режущей кромки должна быть меньше выемки
- Скрепер должен свободно перемещаться по насыпи
- Находясь в выемке скрепер должен иметь свободу маневра
- Соответствия объема работ по емкости ковша

до 20000 м³ – q = 6...7 м³

20000...60000 м³ - q = 7...10 м³

60000...100000 м³ – q = 10...15 м³

более 100000 м³ – q = 15...25 м³

Скреперы бывают прицепные, полуприцепные и самоходные (рис. 7).

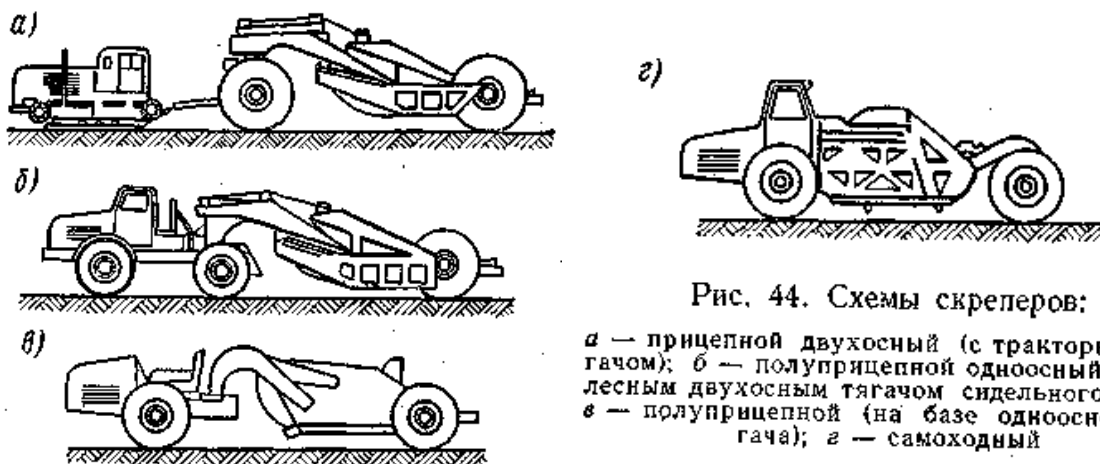


Рис. 44. Схемы скреперов:

а — прицепной двухосный (с тракторным тягачом); б — полуприцепной одноосный (с колесным двухосным тягачом сидельного типа); в — полуприцепной (на базе одноосного тягача); г — самоходный

Рис. 7 – Схемы скреперов

Прицепные скреперы используют на расстоянии 250 – 300 м., самоходные до 2,5...3 км. По способу управления – с канатно-блочным и гидравлическим управлением, а по способу разгрузки ковша – с принудительной, полупринудительной и свободной (самосвальной) разгрузкой.

Скреперы используются на земляных работах при планировке строительных площадок, отсыпке насыпи дорог и укладке грунта в сооружаемые перемычки, дамбы, плотины, разработке грунта в выемках (котлованах, каналах), вскрышных работах, разработке карьеров и т.п. Скреперы предназначены для послойной разработки грунтов I и II групп, грунты III группы и мерзлые должны быть предварительно разрыхлены.

На производстве применяют скреперы различных моделей с ковшами емкостью 1,5 – 25 м³. В настоящее время выпущены опытные образцы скреперов с ковшами емкостью до 80 м³ и скреперные поезда общей вместимостью 160–200 м³. Выпускаются скреперы прицепные к серийным тракторам с вместимостью ковша 1,5; 3; 6; 10 и 15 м³, а полуприцепные и самоходные – вместимостью 4; 6; 10; 15 и 25 м³.

Область применения скреперов ограничивается дальностью транспортирования грунта. Так, прицепные тракторные скреперы с ковшом вместимостью до 5 м³ целесообразно применять при транспортировании грунта до 300 м, при 6 м³ – 600 м, при 10 м³ – до 750 м, при 15 м³ – до 1000 м. Быстроходные полуприцепные и самоходные скреперы, способные развивать скорость до 40 км/ч и выше, могут использоваться при перемещении грунта до 3 км и более.

Таблица 6

Основные технические характеристики скреперов

Марка (тип трактора)	Мощность, кВт	Масса, т	Емкость ковша, м ³ (размер отвала, м)	Наибольшие размеры разработки, м		Габариты (длина × × ширина × × высота), м	Произ- води- тель- ность, м ³ /ч
				шири- на	глубина (высо- та)		
<i>Скреперы прицепные</i>							
ДЗ-30 (Т-74)	55	2,8	3	1,9	0,15	5,8×2,4×2,1	35
ДЗ-57 (ТП-4)	66	4,8	5	2,4	0,25	6,8×2,9×2,2	45
ДЗ-20А (Т-100)	79	7,3	7	2,7	0,3	7,3×3,2×2,4	50
ДЗ-77С (Т-130)	118	9,8	8	2,7	0,35	9,9×3,1×2,7	60
ДЗ-26 (Т-180)	132	9,2	10	2,8	0,3	9,0×3,2×2,7	90
ДЗ-23 (ДЭТ-250)	221	16,3	15	2,9	0,35	11,3×3,4×3,1	110
<i>Скреперы самоходные</i>							
ДЗ-11П	158	19	9	2,7	0,3	10,2×3,2×2,9	40
ДЗ-32	177	20	10	2,9	0,3	10,2×3,2×2,9	50
ДЗ-13	265	35	15	2,8	0,35	13,9×3,6×3,8	70
ДЗ-115	265×2	44	15	3,0	0,35	13,9×3,6×3,8	100
ДЗ-67	315×2	64	25	3,6	0,4	16,1×4,4×4,3	120

2. Технология скреперных работ

Цикл работы скрепера состоит из операций разработки грунта с одновременным наполнением ковша, транспортировки, разгрузки и холостого хода. От способа выполнения этих операций, а также от принятой схемы движения скрепера из забоя к месту укладки грунта и обратно зависит производительность скрепера.

Наполнение ковша следует осуществлять на первой передаче при прямолинейном движении скрепера под уклон. Длина пути и время набора грунта при движении под уклон по сравнению с движением по горизонтали значительно сокращаются, а коэффициент наполнения ковша увеличивается. Время наполнения ковша скрепера в значительной степени зависит от способа резания грунта и принятой последовательности разработки выемки. Резание грунта может осуществляться тонкой стружкой примерно одинаковой толщины, клиновидной стружкой с постепенным выглублением ковша и стружкой переменного гребенчатого профиля. При первом, наиболее простом способе резания не делаются никакие промежуточные выглубления и заглубления ножа, и грунт срезается тонкой стружкой одинаковой толщины на всем пути набора грунта в ковш. Наиболее производительным является способ срезки грунта клиновидной стружкой, позволяющий значительно сократить путь и время набора ковша. Вначале резания грунт беспрепятственно входит в пустой или мало наполненный ковш, поэтому можно срезать грунт толстой стружкой. Но по мере наполнения ковша грунтом приходится несколько выглублять ножевое устройство, так как увеличивается вес скрепера и сопротивление наполнению. Срезка грунта стружкой гребенчатого профиля достигается путем многократного выглубления и заглубления ножа скрепера в процессе его перемещения. Этот способ резания также позволяет более рационально использовать мощность двигателя и обеспечивает полную загрузку ковша.

Длина пути набора грунта (м) может быть определена по формуле:

$$l_{\text{н}} = \frac{qK_{\text{н}} K_{\text{п}}}{K_{\text{л}} h b_{\text{н}} K_{\text{р}}};$$

длина (м) пути выгрузки грунта

$$l_{\text{в}} = \frac{qK_{\text{н}}}{h_{\text{сл}} b_{\text{н}}},$$

где q — геометрическая вместимость ковша, м³;
 $b_{\text{н}}$ — ширина полосы захвата грунта ножами скрепера (ширина ковша), м; h — средняя толщина стружки грунта за время набора, м (табл. 21); $h_{\text{сл}}$ — средняя толщина слоя отсыпки грунта в насыпь, м; $K_{\text{н}}$ — коэффициент наполнения ковша грунтом; $K_{\text{р}}$ — коэффициент разрыхления грунта; $K_{\text{п}}$ — коэффициент потерь грунта при наборе ($\approx 1,2$); $K_{\text{л}}$ — коэффициент неравномерности толщины стружки ($\approx 0,7$).

Толщина слоя укладки грунта зависит от конструктивных особенностей скрепера и требований, предъявляемых технологией последующей обработки грунта (разравнивание, увлажнение, уплотнение). Если грунт отсыпают в качественную насыпь, то толщину слоя укладки назначают, исходя из технических возможностей средств уплотнения грунта. Толщина слоя укладки регулируется установкой на необходимой высоте ножа скрепера, выполняющего в данном случае роль разравнивателя.

3. Схемы рабочих перемещений скреперов

Принимая для производства работ скреперы, учитывают следующее:

- 1) грунтовые условия (скреперы плохо работают на сухих сыпучих и тяжелых глинистых грунтах, а также не могут быть использованы в грунтах с крупными каменистыми включениями, при наличии пней, крупных корней);
- 2) влажность грунтов (на влажных и липких грунтах коэффициент наполнения снижается до 0,3...0,5; при наличии грунтовых вод скреперы применять нельзя);
- 3) дальность перемещения грунта;
- 4) уклоны пути по местности и выездов из выемки и на насыпь;
- 5) размеры выемки и насыпи (скрепер должен иметь ширину режущей кромки не более ширины разрабатываемой выемки по дну и свободно размещаться по ширине насыпи (с запасом не менее 0,5 м с каждой стороны));
- 6) достаточность места для маневрирования скрепера в пределах выемки и на насыпи с учетом практического значения радиуса поворота;
- 7) общий объем работ и объем работ, приходящийся на один скрепер в условиях работы на рассматриваемом объекте.

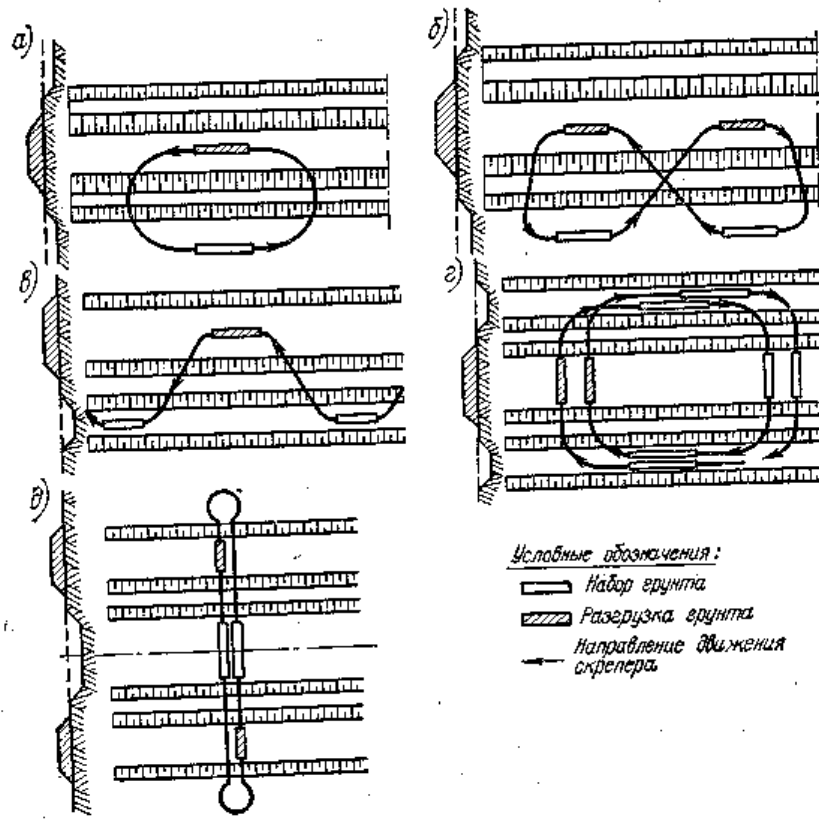
Для небольших объемов земляных работ и для работ в стесненных условиях выгоднее применить скреперы с малой вместимостью ковша, исходя из условия свободного маневрирования ими. Для больших сосредоточенных объемов работ на одном объекте выгоднее применять скреперы с большой вместимостью ковша. При больших дальностях возки выгоднее применять быстроходные самоходные скреперы.

Эффективность перемещения грунта скреперами в большой степени зависит от условий их передвижения, то есть от состояния путей и дорог. С ухудшением дорожных условий — увеличением сопротивлений передвижению — снижается эффективность использования самоходных скреперов, поэтому иногда выгоднее применять менее требовательные к дорогам — прицепные скреперы к гусеничным тягачам.

При производстве земляных работ скреперами разработка грунта может производиться продольным и поперечным способами.

При строительстве земляных сооружений большой протяженности (каналы, дамбы, дороги) рабочие передвижения скреперов возможны по одной из следующих схем (см. рис. 8):

- по эллипсу;
- восьмеркой;
- зигзагом;
- спиралью;
- поперечно-челночной и др.



а — по эллипсу; б — восьмеркой; в — зигзагообразное; г — по спирали; д — поперечно-челночная

Рис. 8 Схемы движения скреперов.

4. Производительность скрепера

Производительность ($\text{м}^3/\text{ч}$) скреперов подсчитывают по формуле, общей для всех машин циклического действия:

$$\Pi = q \cdot n \cdot K_n \cdot K_b / K_p$$

где q – геометрическая вместимость ковша, м^3 ; n – число циклов скрепера в единицу времени (в данном случае за час); K_n – коэффициент наполнения ковша; K_p – коэффициент разрыхления грунта; K_b – коэффициент использования рабочего времени.

Число циклов в час определяется по формуле:

$$n = 3600 / t_{\text{ц}} ; ,$$

где $t_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла, с.

В свою очередь, $t_{\text{ц}}$ складывается из ряда элементов цикла:

$$t_{\text{ц}} = t_n + t_{\text{г.х.}} + t_b + t_{\text{х.х.}}$$

где t_n , $t_{г.х.}$, t_b , $t_{х.х.}$ – соответственно продолжительности набора грунта, груженого хода, выгрузки, порожнего хода.

Продолжительность каждой из составляющих цикла определяют делением соответствующей длины пути на скорость движения:

$$\begin{aligned}t_n &= (l_n / v_n) \cdot K_3; \\t_{г.х.} &= (l_{г.х.} / v_{г.х.}) \cdot K_3; \\t_b &= (l_b / v_b) \cdot K_3; \\t_{х.х.} &= (l_{х.х.} / v_{х.х.}) \cdot K_3;\end{aligned}$$

где l_n , l_b , $l_{г.х.}$, $l_{х.х.}$ – длины участков пути набора, выгрузки, груженого и порожнего хода, м; v_n , v_b , $v_{г.х.}$, $v_{х.х.}$ – соответствующие элементам цикла скорости движения тягача при наборе, выгрузке, груженом и порожнем ходе, выбираемые в соответствии с тяговыми сопротивлениями на различных участках пути движения скрепера, м/с; K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение продолжительности элементов цикла за счет разгона при трогании с места, замедления при остановке и переключении передач, пробуксовке движителей по грунту.

Вопросы для самоконтроля

11. Области применения скрепера
12. Условия применения скрепера
13. Рабочий цикл скрепера
14. Схемы резания грунта скрепером
15. Схемы рабочих перемещений скреперов
16. Производительность скрепера и пути ее повышения

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Белецкий, Б. Ф. Технология и механизация строительного производства [Электронный ресурс] / Б. Ф. Белецкий. - 4-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2011. - 752 с. - ISBN 978-5-8114-1256-3 : Б. ц.
2. Белецкий, Б. Ф. Строительные машины и оборудование [Электронный ресурс] / Б. Ф. Белецкий, И. Г. Булгакова. - 3-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2012. - 608 с. - ISBN 978-5-8114-1282-2
3. Болотин, С. А. Организация строительного производства : учебное пособие / С. А. Болотин, А. Н. Вихров. - 3-е изд., стер. - М. : Академия, 2009. - 208 с. - (Высшее проф. образование. Строительство). - ISBN 978-5-7695-6471-0.
4. Иванов Е.С. Организация строительства объектов природообустройства. -М.: Колос, 2009, 415 стр.

Дополнительная литература

1. Абдразаков Ф.К., Бахтиев Р.Н., Волков А.В. Организация инженерных работ при строительстве каналов: метод. пособие к выполнению курсовых проектов /ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» – Саратов, 2009. – 36 с.
2. Абдразаков, Ф. К. Организация и технология производства скреперных работ : метод. указ. по выполнению практ. работы / ФГОУ ВПО СГАУ, Факультет природообустройства ; сост. Ф. К. Абдразаков, Р. Н. Бахтиев, А. В. Волков. - Саратов : ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2009. - 16 с.
3. Организация строительного производства : учебник для строительных вузов / Л. Г. Дикман. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. - 608 с.
4. Стаценко, А. С. Технология строительного производства / А. С. Стаценко. - Ростов н/Д. : Феникс, 2006. - 416 с. - (Высшее образование).

5. Соколов, Г. К. Технология строительного производства : учебное пособие / Г. К. Соколов. - М. : Академия, 2006. - 544 с.
6. Сабо, Евгений Дюльевич. Гидротехнические мелиорации объектов ландшафтного строительства : учебник / Е. Д. Сабо, В. С. Теодоронский, А. А. Золотаревский. - М. : Академия, 2008. - 336 с. : ил. - (Высшее проф. образование. Ландшафтное строительство). - ISBN 978-5-7695-4318-0
7. Ясинецкий В.Г., Фенин Н.К. Организация и технология гидромелиоративных работ. М.,1986.
8. Электронная библиотека СГАУ – <http://library.sgau.ru>
9. Библиотека ГОСТов и нормативных документов <http://libgost.ru>

ЛЕКЦИЯ 5

ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ОДНОКОВШЫМИ ЭКСКАВАТОРАМИ

1. Области и условия применения одноковшовых экскаваторов

Документально историю землеройной техники, в частности экскаваторов, можно начать писать с начала 15 века, когда в венецианском издании «Кодекса Джованни Фонтана» 1420 года был опубликован рассказ о ковшедолбежной землечерпалке, использовавшейся для углубления дна каналов, расширения морских гаваней. Но официально идея создания землеройных машин принадлежит Леонардо да Винчи, который в начале 16 в. предложил схемы экскаваторов-драглайнов. К 1500 году относится набросок чертежа грейфера для землечерпалки. Несколько лет спустя Леонардо руководил прокладкой каналов в засушливой Миланской долине. На земляных работах он применил землечерпалку собственной конструкции.

Одноковшовый экскаватор – самоходная землеройная машина, которая при помощи ковша отделяет грунт от массива, перемещает его и выгружает в отвал или транспортные средства. Эта машина благодаря мощным рыхлящим способностям и высокой производительности при разработке грунтов различных категорий получила наибольшее распространение в производстве земляных работ.

Экскаваторы применяют при рытье котлованов под фундаменты зданий, разработке каналов и траншей, возведении дорожного земляного полотна, планировочных работах, а также при выполнении специальных видов земляных работ, например для вскрытия пластов угля, или руды и т.д.

Для строительных целей применяются экскаваторы с ковшом вместимостью 0,15; 0,25; 0,4; 0,5; 0,65; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5 и 4,0 м³. Более мощные экскаваторы в основном предназначены для работы на строительстве крупных гидротехнических сооружений, в карьерах на скальных и рудных разработках (вместимость ковша 2–8 м³), для вскрышных работ, т.е. для удаления верхних слоев грунта, закрывающих полезные ископаемые (вместимость ковша до 50 м³ и более).

Для выполнения различных земляных и некоторых строительно-монтажных работ универсальный экскаватор имеет сменное оборудование: прямая лопата, обратная лопата, драглайн, грейфер, корчеватель, глыбозахватчик, рыхлитель (дизель-молот и др.), засыпатель, копер и др. Выпускаются и специальные экскаваторы, работающие только с одним видом оборудования.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ:

Обратная лопата - разработка грунта в траншеях под трубопроводы и закрытый горизонтальный дренаж.

Особенности: разработка грунта только ниже уровня стояния; возможна экскавация грунтов любой влажности, в том числе черпание из-под воды.

Прямая лопата – разработка грунта и строительных материалов в карьерах, в выемках крупных котлованов и каналов с погрузкой в транспортные средства

Особенности: разработка грунта только выше уровня стояния; работают только с погрузкой в транспортные средства; возможна экскавация любых грунтов; нельзя применять в мокрых забоях и при наличии грунтовых вод.

Драглайн - разработка грунта в выемках каналов, котлованов в отвал и в транспортные средства; уширение каналов без перерыва подачи воды; вскрышные работы; добыча песка и гравия из - под воды.

Особенности: разработка грунта только ниже уровня стояния; возможна экскавация сухих, переувлажненных грунтов и из-под воды, требуется рыхление плотных грунтов.

Грейфер – разработка грунта в колодцах, котлованах под опоры разных типов, погрузка и разгрузка сыпучих материалов при использовании любых транспортных средств и на складах;

Особенности: набор грунта на горизонтальных площадках, либо выше уровня стояния; экскавация грунтов любой влажности, в том числе из-под вод; хорошо работают в отвал и с погрузкой в транспортные средства; используется для работы в стесненных условиях при малой площади выемок; малая производительность из-за большой продолжительности цикла и большой массы ковша.

Классификация одноковшовых экскаваторов следующая (рис. 9).

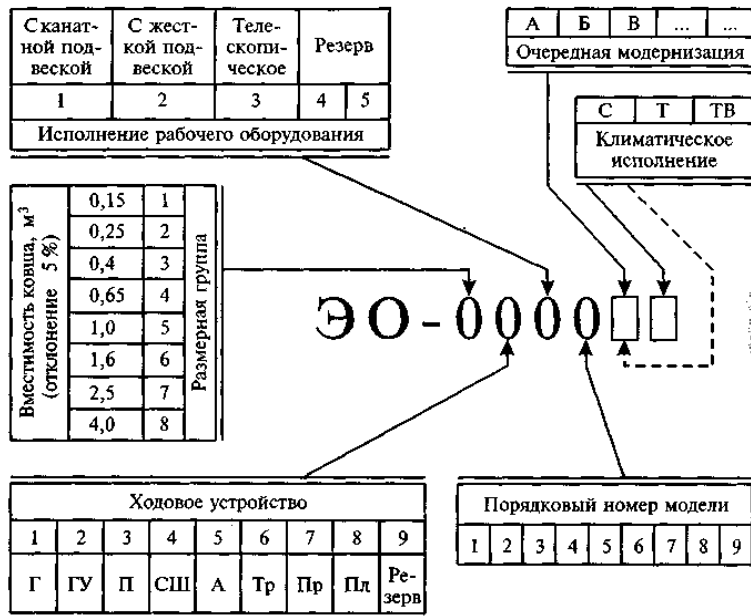


Схема маркировки одноковшовых универсальных экскаваторов:
 ЭО — экскаватор одноковшовый универсальный; С — северное исполнение; Т — тропическое исполнение; ТВ — тропическое влажное исполнение; Г — гусеничное ходовое устройство с минимально допустимой поверхностью гусениц; ГУ — гусеничное ходовое устройство с увеличенной поверхностью гусениц; П — пневмоколесное ходовое устройство; СШ — специальное шасси автомобильного типа; А — шасси грузового автомобиля; Тр — трактор; Пр — прицепное ходовое устройство; Пл — плавучее ходовое устройство

Рис. 9 – Схемы маркировки одноковшовых универсальных экскаваторов

Марка (тип трактора)	Мощность, кВт	Масса, т	Емкость ковша, м ³ (размер отвала, м)	Наибольшие размеры разработки, м		Габариты (длина × × ширина × × высота), м	Произ- води- тельность, м ³ /ч
				шири- на	глубина (высо- та)		
Экскаваторы							
ЭО-2621А	44	5,5	0,25	10	2,2	7,5×2,0×2,25	20
ЭО-3322	55	14,5	0,4...0,5	16,4	5,2	9,3×2,5×3,1	25
ЭО-3332	55	14,5	0,4	17,2	5,1	8,8×2,3×3,1	25,5
Э-5015А	59	13,0	0,5	14,6	3,9	8,1×2,8×3,0	30
ЭО-4321	59	19,2	0,65	18,0	5,6	9,1×3,0×4,5	40
ЭО-4121	95	24,5	1,0	18,8	5,0	10,4×3,0×3,2	50
ЭО-5122	125	35,8	1,25; 1,6	18,8	5,0	13,0×3,1×4,9	60
ЭО-5123	125	37,0	2,0	20,4	5,5	13,0×3,1×4,9	80
ЭО-6122	150	58,0	5,0	20,4	5,3	14,0×3,6×5,5	100

Рабочее место экскаватора называется забоем. По мере разработки грунта в забое экскаватор перемещается, оставляя разработанные участки, называемые проходками. Работа экскаватора в забое должна быть организована так, чтобы обеспечить наилучшее использование оборудования и высокую производительность труда при наименьшей стоимости работ. Очень важное значение, кроме правильного выбора забоя, имеет применение наиболее удобных приемов работы, которые зависят от группы разрабатываемого грунта, типа забоя и от принятого рабочего оборудования.

Для производства земляных работ в строительстве чаще всего используют экскаваторы, оборудованные обратной лопатой, прямой лопатой, драглайном и грейфером.

2. Разработка грунта экскаваторами с рабочим оборудованием обратная лопата

Экскаваторы с рабочим оборудованием обратная лопата применяют главным образом для разработки грунта в нешироких каналах, в небольших котлованах, траншеях с крутыми откосами. Обратные лопаты набирают грунт ниже уровня стояния экскаватора, что позволяет использовать их для разработки грунтов, залегающих ниже уровня грунтовых вод. Это свойство обратных лопат дает возможность применять их при устройстве и очистке каналов.

Разрабатываемый обратной лопатой грунт отсыпают чаще всего в отвал. При необходимости грунт может быть погружен в транспортные средства. Для этих целей лучше приспособлены экскаваторы с жесткой подвеской рабочего оборудования и гидравлическим приводом, обеспечивающим независимый поворот ковша по отношению к рукояти.

Разработку грунта обратными лопатами можно вести продольным (вдоль оси сооружения) и поперечным способами. При продольной разработке экскаватор перемещается по оси выемки и отсыпает грунт на две или одну сторону. Такой способ применяют для разработки траншей, нешироких каналов и котлованов.

При разработке связных грунтов откосы временных траншей могут быть получены вплоть до вертикальных. Наименьшая возможная ширина выемки равна ширине ковша обратной лопаты. Наибольшая возможная ширина выемки при продольной разработке зависит от размещения отвалов грунта. Для получения более ровной поверхности откосов и для устройства траншей с малой шириной по дну применяют специальные профильные ковши. Выемки большой ширины разрабатываются поперечным способом, при котором обратная лопата размещается и передвигается сбоку от выемки, отсыпая грунт в односторонний отвал или в транспортные средства. Грунт в котлованах большой ширины разрабатывают только с погрузкой в транспортные средства за несколько проходов.

При продольной разработке

$$H_b \geq H_k; 0,8R_p \leq B \leq 2,5R_p$$

При поперечной разработке грунта

$$H_b \geq (h_y + h_t + d); B \geq 2R_p$$

где B – ширина забоя, м.

h_y – высота уступа бокового забоя на котором может находиться трансп. ср.;

h_t – высота транспортного средства, м;

d – запас над бортом кузова, м;

3. Разработка грунта экскаваторами с рабочим оборудованием прямая лопата

Прямую лопату используют, в основном, при работе с погрузкой в транспортные средства, кроме случаев разработки выемок на косогорах и применения в горнодобывающей промышленности специальных вскрышных прямых лопат с длинной стрелой. Экскаватор при работе с прямой лопатой размещается на дне забоя. Ковш прямой лопаты заполняется грунтом при движении вверх вдоль откоса забоя.

Высота забоя прямой лопаты имеет три характерных значения: минимальное, нормальное, максимальное. Минимальная высота забоя прямой лопаты соответствует глубине выемки, при которой достигается заполнение ковша за одно черпание. На легких грунтах с малым сопротивлением резанию толщина стружки может быть большая, что позволяет сократить длину набора. В тяжелых грунтах из-за малой толщины стружки минимальная высота забоя будет больше. Максимальная высота забоя соответствует наибольшей возможной высоте подъема ковша над уровнем стояния экскаватора. При высоте забоя, превышающей наибольшую высоту резания грунта экскаватором, сверху образуется так называемый «kozyрек», особенно в связных и влажных грунтах. При обрушении козырька могут быть нанесены повреждения, как механизмам, так и обслуживающему персоналу.

В зависимости от ширины разрабатываемой выемки различают два вида забоев прямой лопаты – лобовой и боковой.

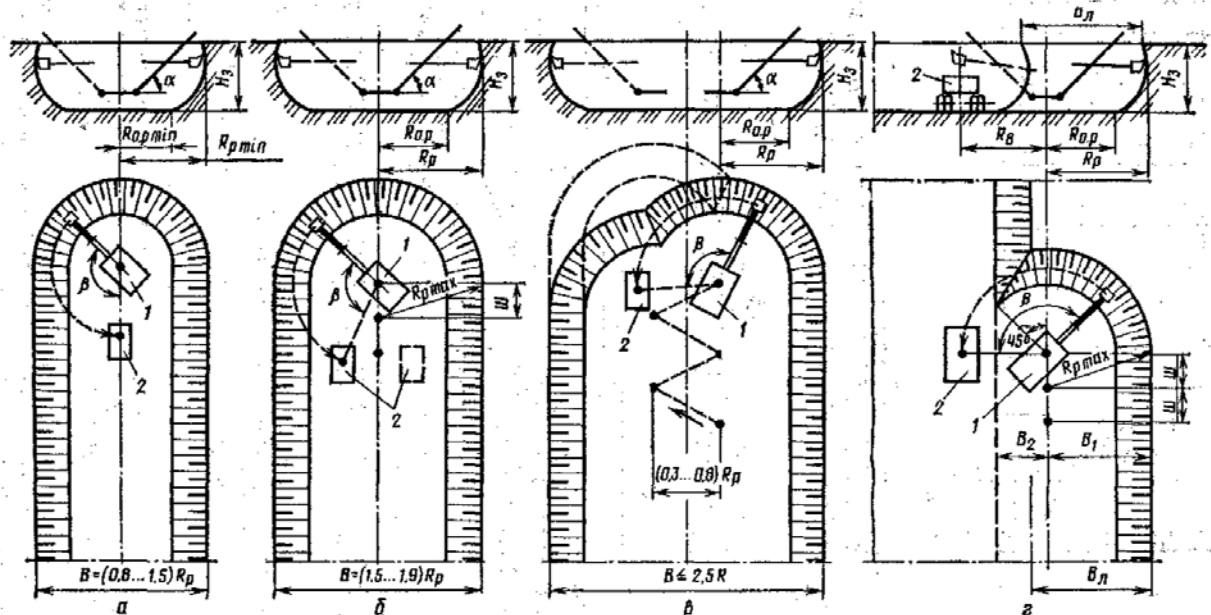


Рис. 10 – Забои экскаваторов с рабочим оборудованием прямая лопата:
а – продольный (лобовой) с подбоем транспортных средств в один ряд; б – то же, в два ряда; в – уширенный торцевой с перемещением экскаватора по выемке; г – боковой (поперечный); 1 – экскаватор; 2 – положение транспортных средств.

Рис.10 – Забои экскаваторов с рабочим оборудованием прямая лопата

При лобовом забое экскаватор разрабатывает за один проход грунт впереди и сбоку от оси хода, которую совмещают с осью выемки (рис. 10, а). Разрабатываемый грунт грузят в транспортные средства, располагаемые на уровне подошвы забоя сзади по ходу экскаватора.

При боковой разработке экскаватор набирает грунт преимущественно сбоку от оси по ходу экскаватора (рис. 10, г). Грунт выгружают в транспортные средства, размещаемые либо на уровне стояния экскаватора, либо несколько выше на уступе, причем ось передвижения транспортных средств располагают параллельно оси хода экскаватора. Этот вид разработки возможен при широкой выемке, осуществляемой за два и более прохода.

Ширина выемки поверху при лобовом забое может колебаться в значительных пределах:

$$B_{л} = (0,8 \dots 1,9)R_p.$$

где R_p – радиус резания.

При ширине забоя поверху $(0,8 \dots 1,5) \cdot R_p$ безрельсовые транспортные средства (самосвалы) подают с одной стороны сзади экскаватора (рис. 10, а), а при ширине поверху $(1,5 \dots 1,9) \cdot R_p$ – с обеих сторон экскаватора попеременно, что исключает простои экскаватора при смене транспортных единиц и уменьшает среднее значение угла поворота (рис. 10, б). В некоторых случаях для сокращения холостых проходов экскаватора и облегчения условий маневрирования автосамосвалов можно применить уширенный до $2,5 R_p$ лобовой забой с перемещением экскаватора по зигзагу (рис. 16, в).

При ширине выемки, превышающей $2R_p$, разработку грунта осуществляют при боковом забое, когда экскаватор набирает грунт преимущественно с одной стороны от оси перемещения и частично впереди себя (рис. 10, г).

При продольной разработке

$$R_{в.кон} \geq A; H_{в} \geq H_{к}; H_{р.п.} \geq H; B \geq 1,5B_{к}$$

При поперечной разработке грунта

$$(R_p + R_{в.кон}) \geq A; H_{р.т.} \geq H; B \geq 1,5L_{к}$$

где $R_{в.кон}$ – конечный радиус выгрузки, м.

A – расстояние от оси выемки до внешней верхней бровки кавальера, м;

$$A = B/2 + m_{н} + c + m_{к}H_{к} + a_{к}$$

4. Разработка грунта экскаваторами с рабочим оборудованием драглайн

Драглайны предназначены в основном для разработки грунта с отсыпкой его непосредственно в отвал, чему способствует значительная длина стрелы. Разработку грунта драглайном ведут ниже уровня стоянки экскаватора. Это позволяет разрабатывать мокрые и водонасыщенные грунты без предварительного их осушения или из-под воды.

При необходимости драглайны можно использовать для разработки грунта с погрузкой в транспортные средства, но менее успешно, чем экскаваторы с другими видами рабочего оборудования. Гибкая подвеска ковша к стреле усложняет точную установку ковша над кузовом, требует высокой квалификации машиниста и повышенной осторожности его, что влияет на производительность драглайна.

В зависимости от размеров выемки применяют различные способы разработки грунта драглайнами.

Продольную (или торцевую) разработку применяют для нешироких выемок, когда радиусом выгрузки экскаватора может быть перекрыто расстояние от оси выемки до внешней дальней бровки кавальера грунта.

Поперечную (боковую) разработку применяют при условии, что вся ширина полосы выемки и кавальера грунта может быть перекрыта радиусом резания в сумме с радиусом выгрузки.

Сравнительно редко применяют уширенную продольную и уширенную поперечную разработки грунта со смещением экскаватора вправо, влево и одновременно вперед (по зигзагу).

При большой ширине выемок производят поперечную разработку грунта на две стороны или же применяют комбинированные способы разработки за несколько проходов экскаватора. Первый проход выполняют с продольной разработкой грунта и отсыпкой его во временный промежуточный отвал. Из временного отвала грунт перебрасывают тем же

экскаватором (или передвигают бульдозером) в постоянную часть отвала. После этого продолжают разработку грунта из выемки поперечным способом.

При продольной разработке

$$R_v \geq A; H_v \geq H_k; H_{p.л.} \geq H; B \geq 1,5B_k$$

где R_v - радиус выгрузки, м

A -расстояние от оси выемки до внешней верхней бровки кавальера ,м;

H_v - высота выгрузки, м;

H_k, H_v - соответ. высота, кавальера, глубина выемки ширина выемки по дну, м;

$H_{p.л.}$ - глубина при продольной разработке, м;

B_k - ширина ковша, м;

B – ширина канала по дну, м.

При поперечной разработке грунта

$$(R_p + R_v) \geq A_1; H_{p.т.} \geq H; B \geq 1,5L_k$$

где R_v - радиус выгрузки, м

R_p - радиус резания, м

H_v - высота выгрузки, м;

$H_{p.т.}$ - глубина при поперечной разработке, м;

A_1 -расстояние от оси выемки до внешней верхней бровки кавальера с учетом необходимости перекрытия проходов по оси выемки, м;

L_k -длина ковша, м.

5. Разработка грунта экскаваторами с рабочим оборудованием грейфер

В ковш грейфера набирается грунт с площади, приблизительно равной размерам раскрытого ковша в плане, без перемещения ковша по поверхности забоя. Эта особенность позволяет использовать экскаваторы с грейферными ковшами для устройства глубоких и малого размера в плане выемок (котлованы водозаборных сооружений, шахтных и опускных колодцев и др.), а также на работах по разгрузке сыпучих материалов с открытых платформ, с барж (даже через люки, имеющиеся в палубе). Так как ковш грейфера врезается в грунт только под действием силы тяжести, то грейферные ковши имеют наибольшую массу, приходящуюся на единицу геометрической вместимости ковша. Стрела у грейферов та же, что и у драглайнов. Глубина резания грейфера из-за отсутствия горизонтального перемещения ковша при наборе грунта зависит главным образом от длины троса. Обычно она ограничивается вместимостью барабанов лебедок и условиями видимости места набора грунта.

Экскаватором с грейферным ковшом можно вести разработку грунта как ниже, так и выше уровня стояния. Разработку грунта ведут послойно, в связи с чем, откосы выемки приобретают ступенчатую форму и в необходимых случаях требуют зачистки.

С одной позиции экскаватором выбирают грунт в пределах полосы, ширина которой равна ширине захвата ковша грейфера. Отсюда шаг грейфера должен быть не больше ширины захвата его ковша.

6. Производительность одноковшовых экскаваторов

Техническая производительность одноковшового экскаватора определяется по формуле:

$$P_T = 3600 \cdot \frac{q \cdot K_n}{t_{ц} \cdot K_p};$$

где q – вместимость ковша экскаватора, м³; K_n – коэффициент наполнения ковша; K_p – коэффициент разрыхления грунта; $t_{ц}$ – продолжительность рабочего цикла, с.

Эксплуатационная производительность:

$$P_э = 3600 \cdot q \cdot \frac{K_n \cdot K_{п.} \cdot K_y \cdot K_B}{t_{ц} \cdot K_p};$$

где K_{π} – коэффициент, учитывающий влияние передвижек и переходов машины; K_{γ} – коэффициент влияния управления и квалификации машиниста; K_{ν} – коэффициент использования времени.

$$t_{ц} = t_{к} + t_{\pi} + t_{\nu} + t_{п.з.}$$

где $t_{к}$ – продолжительность копания, с; t_{π} – продолжительность поворота на выгрузку, с; t_{ν} – продолжительность выгрузки, с; $t_{п.з.}$ – продолжительность поворота в забой.

Вопросы для самоконтроля

17. Области применения экскаваторов
18. Условия применения экскаваторов
19. Рабочий цикл экскаватора
20. Рабочие параметры экскаватора
21. Производительность экскаватора и пути ее повышения

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Белецкий, Б. Ф. Технология и механизация строительного производства [Электронный ресурс] / Б. Ф. Белецкий. - 4-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2011. - 752 с. - ISBN 978-5-8114-1256-3 : Б. ц.
2. Белецкий, Б. Ф. Строительные машины и оборудование [Электронный ресурс] / Б. Ф. Белецкий, И. Г. Булгакова. - 3-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2012. - 608 с. - ISBN 978-5-8114-1282-2
3. Болотин, С. А. Организация строительного производства : учебное пособие / С. А. Болотин, А. Н. Вихров. - 3-е изд., стер. - М. : Академия, 2009. - 208 с. - (Высшее проф. образование. Строительство). - ISBN 978-5-7695-6471-0.
4. Иванов Е.С. Организация строительства объектов природообустройства. -М.: Колос, 2009, 415 стр.

Дополнительная литература

1. Абдразаков Ф.К., Бахтиев Р.Н., Волков А.В. Организация инженерных работ при строительстве каналов: метод. пособие к выполнению курсовых проектов /ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» – Саратов, 2009. – 36 с.
2. Абдразаков, Ф. К. Организация и технология производства скреперных работ : метод. указ. по выполнению практ. работы / ФГОУ ВПО СГАУ, Факультет природообустройства ; сост. Ф. К. Абдразаков, Р. Н. Бахтиев, А. В. Волков. - Саратов : ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2009. - 16 с.
3. Организация строительного производства : учебник для строительных вузов / Л. Г. Дикман. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. - 608 с.
4. Стаценко, А. С. Технология строительного производства / А. С. Стаценко. - Ростов н/Д. : Феникс, 2006. - 416 с. - (Высшее образование).
5. Соколов, Г. К. Технология строительного производства : учебное пособие / Г. К. Соколов. - М. : Академия, 2006. - 544 с.
6. Сабо, Евгений Дюльевич. Гидротехнические мелиорации объектов ландшафтного строительства : учебник / Е. Д. Сабо, В. С. Теодоронский, А. А. Золотаревский. - М. : Академия, 2008. - 336 с. : ил. - (Высшее проф. образование. Ландшафтное строительство). - ISBN 978-5-7695-4318-0
7. Ясинецкий В.Г., Фенин Н.К. Организация и технология гидромелиоративных работ. М.,1986.
8. Электронная библиотека СГАУ – <http://library.sgau.ru>
9. Библиотека ГОСТов и нормативных документов <http://libgost.ru>

Лекция №6
Защита территории от затопления

1. Причины затопления

Городские территории, расположенные на берегах рек, морей, водохранилищ и других водоемов, достаточно часто подвергаются различным физико-геологическим процессам в результате воздействия волн и течения рек. Береговым территориям свойственно наличие оползней, оврагов, размывтых берегов, подмытых береговых склонов.

Наибольшую опасность, связанную иногда с человеческими жертвами, представляет затопление городской территории при повышении уровня воды в реках во время половодий и паводков. В этом случае затоплению подвержены в первую очередь наиболее низкие участки — пойменные территории.

Половодье — фаза водного режима реки, которая характеризуется наибольшей в году водностью, высоким и длительным подъемом уровня воды. Половодье вызывается на равнинных реках снеготаянием (весеннее половодье), на высокогорных — таянием снега и ледников (летнее половодье). Для рек одной климатической зоны половодье ежегодно повторяется в один и тот же сезон, но с различной интенсивностью и продолжительностью. В период весеннего половодья равнинные реки нашей страны несут 60—70, а в степных районах до 90 % общего годового количества воды.

Паводок — быстрый и сравнительно кратковременный подъем уровня воды в каком-либо створе реки, обычно возникающий от дождей и завершающийся почти таким же быстрым его спадом. В отличие от половодья паводок возникает нерегулярно, но величина поднятия уровня и увеличение расхода воды при нем могут в отдельных случаях превышать уровень и наибольший расход половодья.

Большинство городов исторически сложилось вблизи рек, на побережьях морей и других водоемов. Поэтому затопленные территории в городах не редкость. В Российской Федерации примерно 250 крупных и больших городов страны находятся под угрозой наводнений вследствие половодий и паводков. Территории, подверженные затоплению во время подъемов уровней воды, за средний год составляют в стране около 70 млн га. В ряде городов в зонах затопления находится более 30 % общего жилищного фонда, а в некоторых (Архангельск, Иман и пр.) — более 50%.

В зависимости от причин возникновения и продолжительности воздействия различают временное и постоянное затопления.

Временные затопления свойственны территориям, расположенным на берегах рек с неурегулированным режимом. Они происходят в результате повышения горизонта воды при таянии снегов и при обильных дождях и носят, как правило, сезонный характер.

Пропускная способность русла реки зависит от площади живого сечения потока в русле и скорости его течения. При увеличении расхода воды, поступающей в русло реки, увеличивается площадь его затопления и скорость течения потока. Увеличение площади живого сечения потока происходит за счет затопления пойменной части реки, что и приводит к периодическим затоплениям городских территорий, расположенных в поймах рек. Временные затопления могут происходить также при сбросе излишних расходов воды через существующие плотины.

Постоянное затопление территории происходит при крупных гидротехнических работах, связанных со строительством гидроэлектростанции и устройством водохранилищ, возведением плотин и решением ряда других народнохозяйственных задач. При создании водохранилищ наивысший уровень воды верхнего бьефа является постоянным и называется **нормальным подпорным уровнем**. Постоянному затоплению подвергаются территории городов, поселков или отдельные объекты, расположенные на отметках ниже нормального подпорного уровня. Временные и постоянные затопления городских территорий сопровождаются их подтоплением, что в совокупности влечет за собой активизацию других неблагоприятных физико-геологических явлений. Задачи защиты территорий населенных мест от затопления при строительстве водохранилищ и других крупных гидротехнических сооружений (постоянное затопление) решаются при проектировании и строительстве этих сооружений. Защита территорий при временном повышении уровня воды в реках осуществляется в процессе проектирования и строительства городов.

2. Методы защиты территории от затопления

Способы защиты затапливаемых городских территорий зависят от высоты расчетного горизонта высоких вод и площади территории, подверженной затоплению, особенностей использования данной территории, ценности защищаемого жилищного фонда и промышленных предприятий, инженерного городского хозяйства и природных особенностей территории.

В борьбе с затоплением используются различные методы, основные из них — сплошная подсыпка территории до незатопляемых отметок; обвалование защищаемой территории путем ограждения ее защитными дамбами, сокращение наибольших расходов реки в пределах городской территории, регулирование стока и расходов путем устройства водохранилищ выше города по течению реки, обводного русла и пр.; увеличение пропускной способности реки в пределах территории города для пропуска наибольших расходов при более низких горизонтах путем изменения поперечного профиля русла реки.

Применение перечисленных мероприятий обычно ограничивается территорией города или его части и участком реки в пределах городской черты. В некоторых случаях они могут осуществляться вне городской территории, выше по течению реки, например, путем создания водохранилища, регулирующего расходы и уровни воды в реке.

Мероприятия по защите городских территорий от затопления можно выполнять как отдельно, так и в комплексе, причем во многих случаях целесообразно сочетание различных мероприятий. Тот или иной вариант защиты территории от затопления принимается на основе технико-экономического обоснования.

Сплошная подсыпка — одно из основных мероприятий по защите городских территорий от затопления (рис. 28). Она ограничивается земляными работами и осуществляется вертикальной планировкой. Отвод поверхностных и при необходимости грунтовых вод производится обычными способами. Сплошная подсыпка, как правило, применяется на относительно небольших по площади территориях и при наличии резервов грунта. Сплошная подсыпка или намыв территории характеризуется значительными объемами земляных работ по сравнению, например, с сооружением дамб обвалования, но с учетом архитектурнопланировочных требований сплошная подсыпка территории часто более целесообразна, чем устройство дамб обвалования, поскольку она обеспечивает свободный доступ архитектурных ансамблей к водной поверхности и возможность застройки территории отдельными участками. Однако ее нельзя выполнять при существующих капитальной застройке и ценных зеленых насаждениях.

Сплошная подсыпка экономически целесообразна, если средняя высота ее не превышает 1,5—2 м при сравнительно малой дальности перевозки необходимого объема грунта. В случае использования гидромеханизации, т.е. намыва грунта из русла реки или чаши устраиваемого водоема, стоимость земляных работ значительно снижается. В ряде случаев целесообразно устраивать частичную подсыпку, при которой формируется обратный от берега скат, что позволяет вывести застройку к берегу и сократить объемы земляных работ.

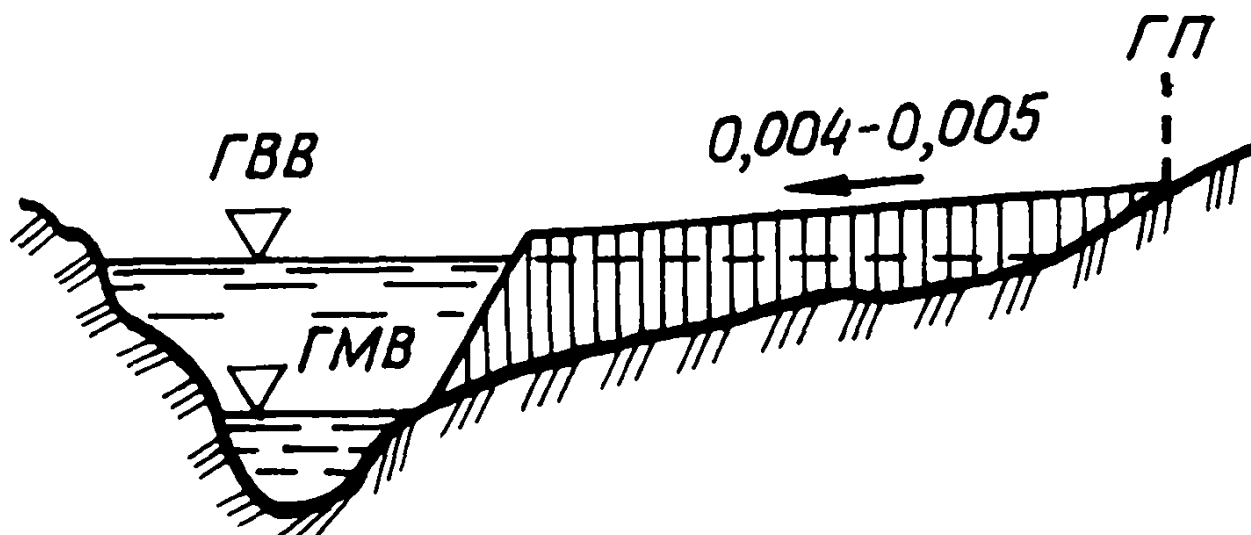


Рис. 28. Защита городской территории от затопления сплошной подсыпкой:

ГМВ — горизонт меженных вод; ГВВ — горизонт высоких вод; ГП — граница подсыпки

Обвалование затопляемых территорий более преимущественно по сравнению со сплошной подсыпкой благодаря значительно меньшим объемам земляных работ (рис. 29). Однако наличие дамб затрудняет организацию стока поверхностных вод, что вызывает необходимость в проведении специальных мер по обеспечению стока — создание насосных станций перекачки, регулирующих емкостей и т.д. Усложняется и задача понижения уровня грунтовых вод, требуется устройство дренажной системы с перекачкой собранных вод в водоемы. Кроме того, дамбы отрезают территорию города от водного пространства, затрудняют выход застройки к воде, что с градостроительной точки зрения, конечно, нельзя рассматривать как положительное явление.

Обвалование применяют на сравнительно значительных по площади территориях, а также на территориях с существующей капитальной застройкой и ее участках, ценных в архитектурно-историческом отношении.

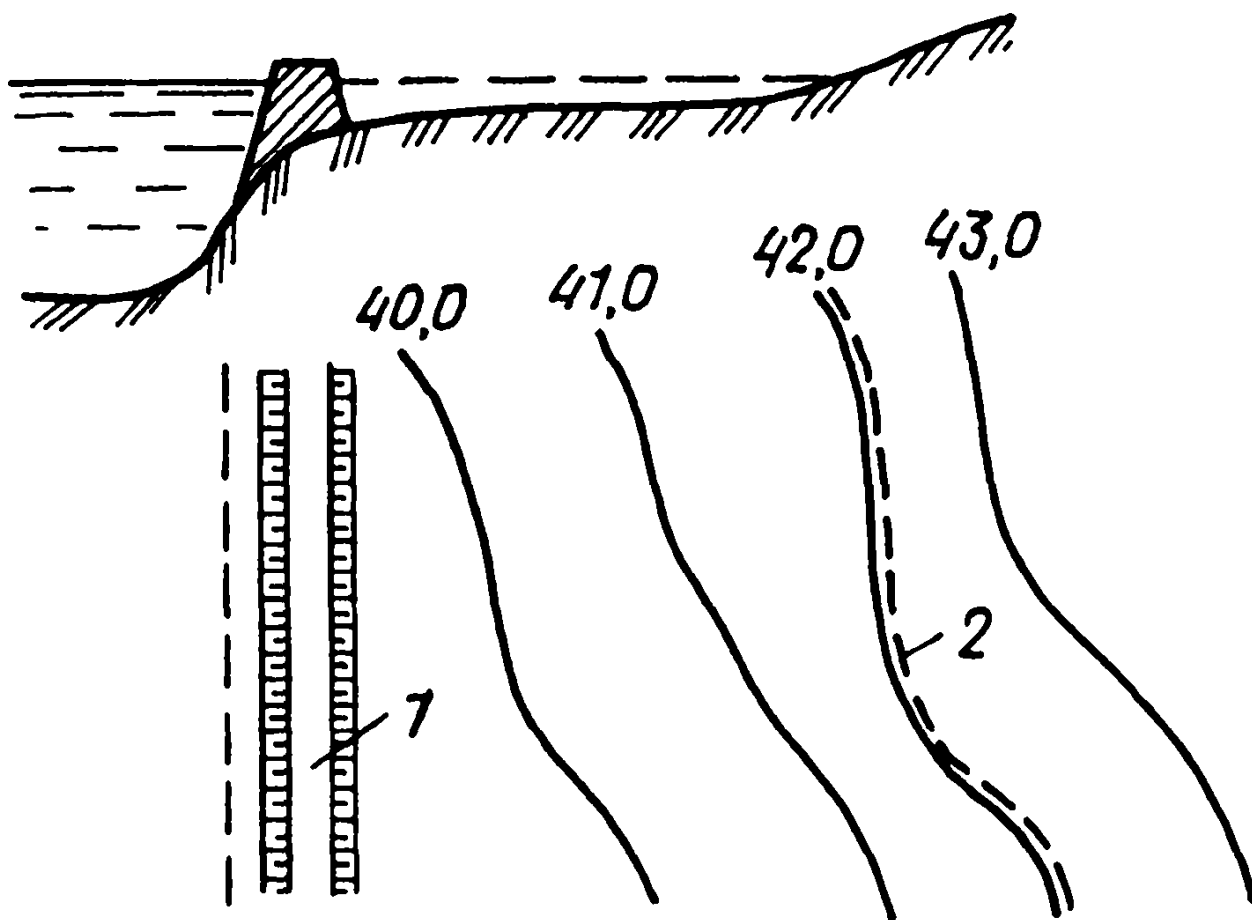


Рис. 29. Обвалование затопляемых территорий: 1 – дамба обвалований; 2 – граница возможного затопления территории

Сокращение наибольших расходов реки достигается посредством регулирования стока и имеет большое значение, так как исключает необходимость мероприятий по непосредственной защите городской территории от затопления. Защита методом регулирования стока заключается в перераспределении расходов (наибольших расходов и наивысших уровней). Уменьшение максимальных расходов происходит в результате создания и использования водохранилища в верхнем по отношению к городу течении реки, которое задерживает часть стока.

Устройство водохранилищ, регулирующих уровень воды в реках, вызывает значительные по объему работы, особенно при большом речном стоке. Наиболее рационален этот метод при комплексном использовании водохранилища для энергетики, при обводнении рек судоходства и пр.

Увеличение пропускной способности русла реки для пропуска в пределах городской территории наибольших расходов воды при более низких горизонтах достигается путем его расчистки и углубления, а также расширения русла и увеличения

продольного уклона дна (рис. 30). Данный метод позволяет понизить расчетную отметку поверхности территории или отметку верха дамбы за счет понижения расчетного уровня воды в реке, однако он сопровождается сравнительно большими объемами земляных работ. Область применения — малые реки. Выбор того или иного варианта защитных мероприятий производится на основе сравнения технико-экономических показателей, включающих и эффект, получаемый от тех или иных градостроительных решений.

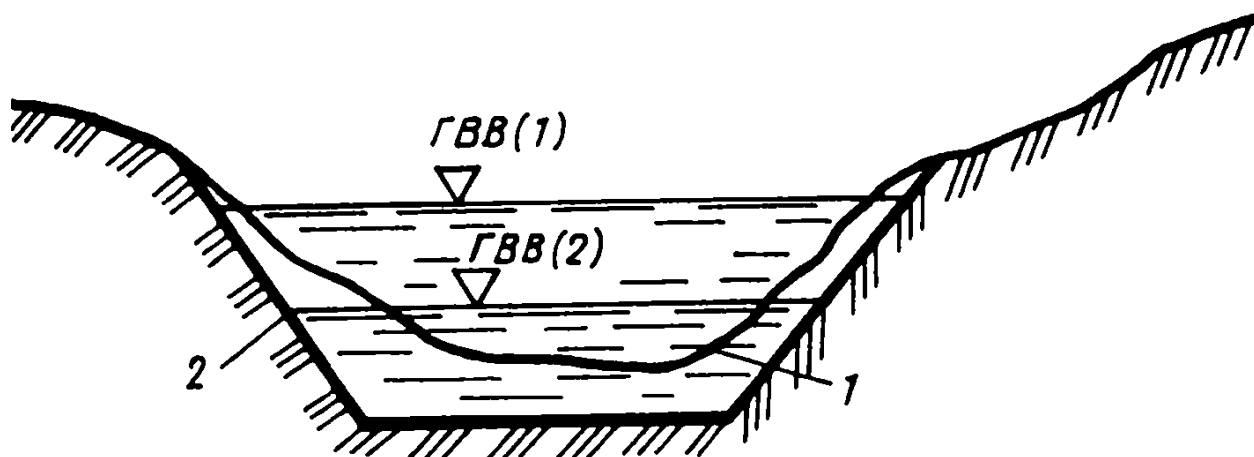


Рис. 30. Увеличение пропускной способности русла реки:

1 — существующее русло; 2 — новое русло; ГВВ (1) — горизонт высоких вод при существующем русле; ГВВ (2) — горизонт высоких вод при новом русле

3. Принципы проектирования защитных сооружений

При необходимости защиты территории от временного или постоянного затопления наиболее часто используют сплошную подсыпку затопляемых территорий и их обвалование.

Сплошная подсыпка осуществляется на основе специального проекта, в котором устанавливаются: граница и площадь затопления территории при расчетном уровне воды; граница и площадь подсыпаемой территории; высота насыпи по участкам; средняя высота подсыпки; объем земляных работ; резервы грунта; способы доставки грунта и уплотнения; расчет необходимого числа машин, механизмов, снарядов и пр.

Основа разработки проекта — повышение существующих отметок рельефа до незатопляемого уровня с расчетной минимальной отметкой, устанавливаемой в зависимости от расчетного горизонта высоких вод и при необходимости учета волнового воздействия.

Граница затопления территории проходит по линии, соединяющей точки на поверхности с отметками, равными отметке расчетного горизонта воды. Вся территория от береговой линии до границы затопления подвержена затоплению при подъеме воды до наивысшего уровня определенной обеспеченности (рис. 31).

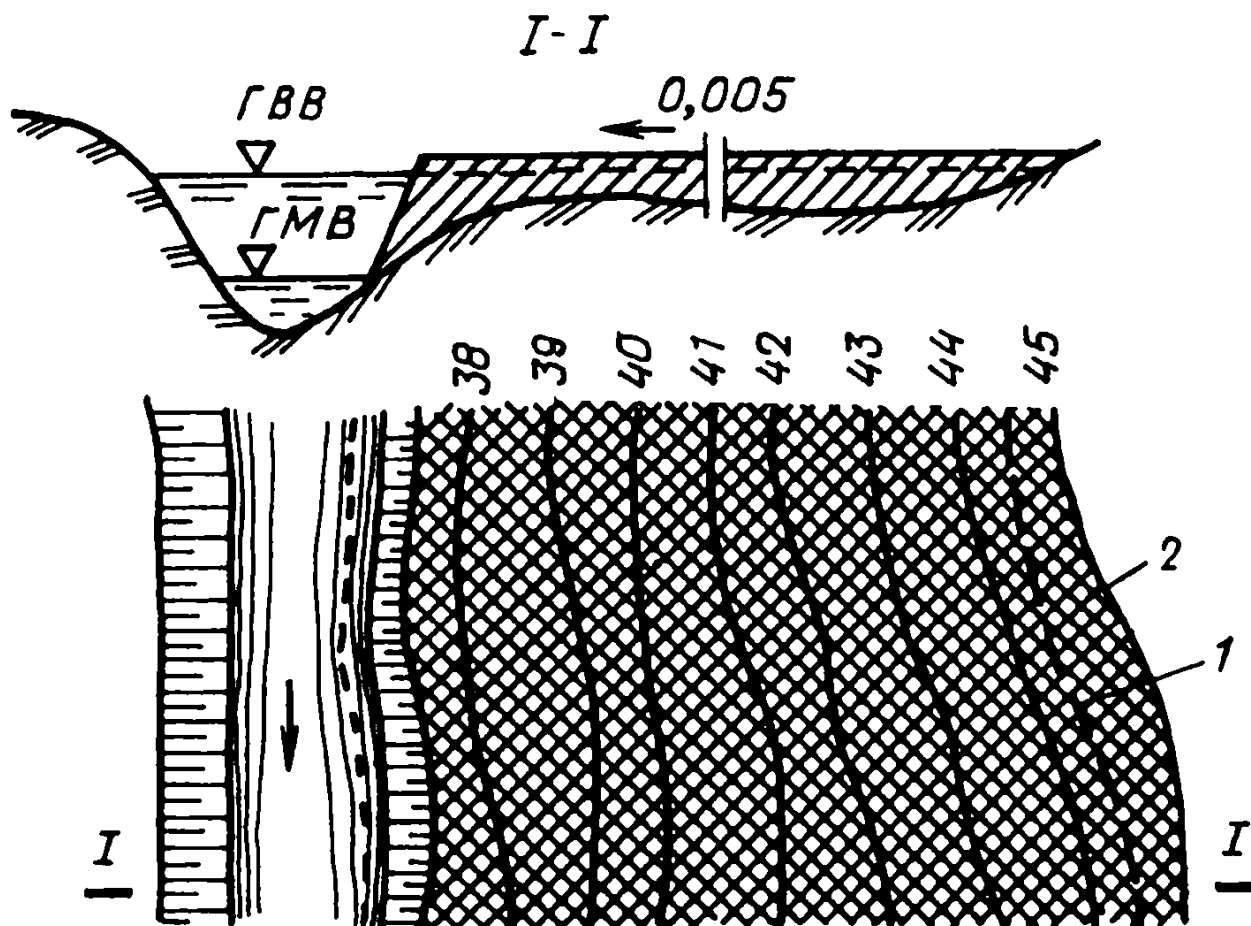


Рис. 31. Сплошная подсыпка территории:

1 — граница затопления; *2* — граница сплошной подсыпки; ГМВ — горизонт меженных вод; ГВВ — горизонт высоких вод

Проектирование отметок подсыпаемой территории производится методом вертикальной планировки с учетом наименьшей отметки, обеспечивающей неза- топление территории, и условий стока поверхностных вод. При определении наименьшей отметки подсыпки следует учитывать возможность подпора грунтовых вод при подъеме горизонта воды в водоеме.

Сток поверхностных вод осуществляется путем придания поверхности необходимых уклонов в продольном и поперечном направлениях. Наименьший допустимый уклон поверхности подсыпки принимается равным 0,004, в исключительных случаях допускается уклон 0,003. Учитывая необходимость организации стока поверхности вод, желательно обеспечить уклон 0,005. Устанавливая уклон поверхности, необходимо помнить о том, что при повышении уклона увеличивается объем земляных работ. При сплошной подсыпке территорий, предназначенных под промышленные зоны и предприятия, уклоны поверхности принимаются в пределах от 0,003 до 0,03 в зависимости от требований технологических процессов проектируемых предприятий.

Подсыпка производится на всей территории, подверженной затоплению, т.е. расположенной ниже расчетной отметки высоких вод. Граница сплошной подсыпки определяется исходя из расчетной отметки верхней бровки берегового откоса и превышения проектной поверхности за счет принятого уклона. Совпадение этих отметок с отметками существующего рельефа в конкретных точках территории определяет границу подсыпки. В плане граница сплошной подсыпки располагается на большем расстоянии от береговой линии, чем граница затопления, поскольку поверхности придается уклон по направлению к водоему. Высота подсыпки в конкретных точках территории определяется как разность отметок проектируемой (красной) поверхности и существующего рельефа. Максимальная высота насыпи имеет место у берега водоема, уменьшаясь по направлению к границе подсыпки.

Объем грунта, необходимого для защиты затопляемой территории при ее сплошной подсыпке, зависит от площади подсыпаемой территории и высоты насыпи. Подсчет земляных работ производится по профилям вертикальной планировки или по способу квадратов (картограмма земляных работ). Ориентировочный объем земляных работ может быть определен как произведение площади подсыпаемой территории на среднюю высоту подсыпки.

При подсчете земляных работ по способу квадратов можно получить объемы работ по отдельным квадратам, а суммируя объемы ряда квадратов — по отдельным участкам территории, что значительно помогает установить последовательность подсыпки и разработать проект организации работ.

Как правило, сток поверхностных вод происходит в направлении к реке или водоему, т.е. вертикальная планировка территории проектируется как плоскость с принятым уклоном к береговой линии, с повышением красных отметок по мере удаления от водоема. В некоторых случаях, главным образом при подсыпке значительных по площади территорий в вертикальной планировке проектируются одно или несколько искусственных понижений в направлении, параллельном береговой линии. Таким образом, в поперечном к воде разрезе сплошная подсыпка имеет вид пилообразного профиля (рис. 32). По пониженным линиям сооружается коллектор водосточной сети. Подобный прием вертикальной планировки способствует значительному уменьшению объемов земляных работ и, следовательно, их стоимости.

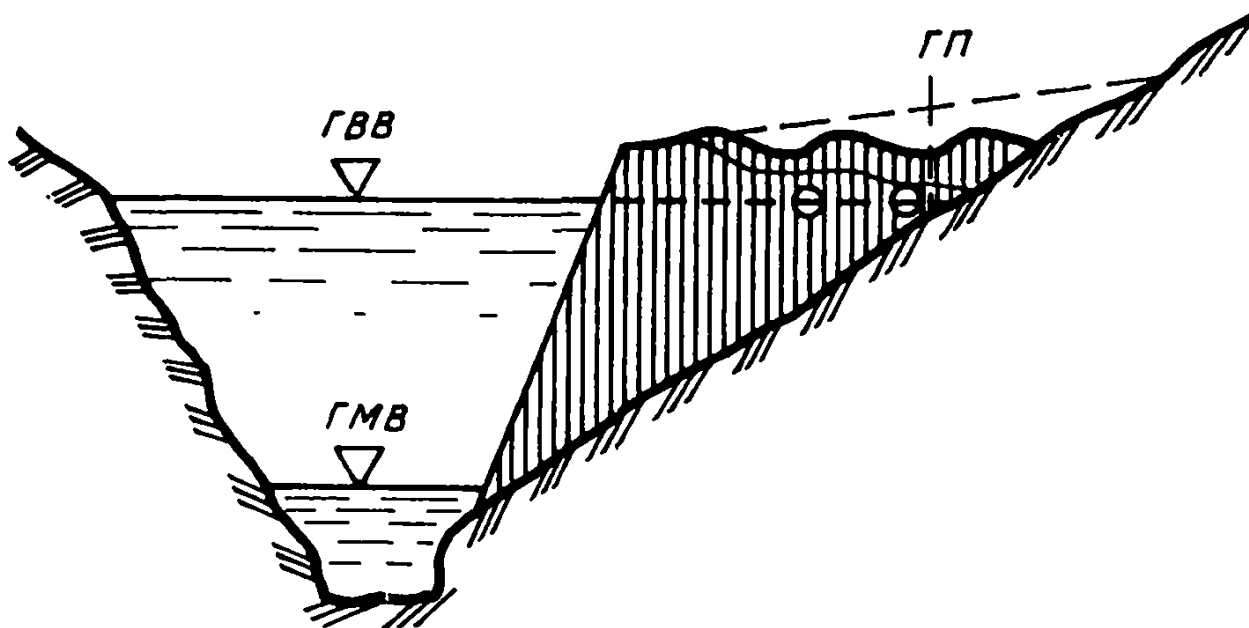


Рис. 32. Сплошная подсыпка пилообразного профиля:

I — водосточный коллектор; ГМВ — горизонт меженных вод; ГВВ — горизонт высоких вод; ГП — граница подсыпки

Земляные работы по сплошной подсыпке территории выполняются двумя способами: подсыпкой привозным грунтом и намывом грунта с помощью гидромеханизации. Как правило, намыв грунта требует меньших затрат по сравнению с подсыпкой привозным грунтом. При сплошной подсыпке территории привозным грунтом объем и стоимость работ определяются условиями получения необходимого для насыпи грунта и его транспортировки, площадью и средней высотой подсыпки. Особое значение имеет качество грунта, влияющее на его получение, перевозку и укладку в насыпь, а также на последующее его уплотнение. Уплотнение грунта в насыпи играет важную роль, поскольку определяет возможность и сроки строительства зданий и сооружений на насыпных грунтах. При перевозке грунта определяющей является дальность перевозки.

Эффективный способ выполнения земляных работ по защите территории от затопления — намыв смесью грунта и воды так называемой пульпой или гидросмесью посредством гидромеханизации (регулирование грунта). В этом случае грунт разрабатывается с помощью гидромониторов — при размыве грунта в карьерах или землесосных снарядов — при углублении дна водоема. Транспортирование грунта производится под напором по трубопроводам. Длина трубопроводов, а следовательно, и расстояние подачи пульпы 2—3,5 км. Производительность землесосных снарядов колеблется от 100 до 1000 м³ грунта в час. По трубопроводу пульпа поступает в разводящую сеть из приподнятых над поверхностью земли перфорированных труб, из которых она равномерно изливается на площадку. При этом вода стекает в водоем, а твердые фракции

остаются на месте, постепенно уплотняясь и увеличивая толщину намываемого слоя. Намыв территории обычно производится песчаными и песчано-гравелистыми грунтами, в частности аллювиальными песками, залегающими в руслах рек. Суглинки и глины допускается использовать при отсутствии других грунтов и технико-экономическом обосновании возможности и целесообразности их применения. При намыве следует предусматривать запас грунта по сравнению с расчетными объемами по проекту вертикальной планировки, поскольку происходят осадка и уплотнение грунта, унос его ветром и технологические потери. На уплотнение грунта в теле насыпи принимается запас 1,5 % высоты ее супесчаных и суглинистых грунтов и 0,75 % — при намыве из песчаных грунтов.

Сплошная подсыпка привозным грунтом и намыв грунта позволяют проводить работы по инженерной подготовке затапливаемой территории отдельными участками и, следовательно, вести строительство города в определенной очередности освоения подготовленных территорий. При сплошной подсыпке территории на берегах рек, водохранилищ и других водоемов создаются откосы, размыв которых возможен в зависимости от режима и уровней воды, скорости течения, волнового воздействия, условий ледохода и т.д. Защита откосов подсыпки от подмыва, размыва и обрушения осуществляется путем берегоукрепления. Стабильное положение откосов достигается различными способами: посредством их обработки с сохранением формы откоса или устройством подпорных стенок набережных. В любом случае необходимо учитывать соответствие принятого укрепления и формы откоса архитектурно-планировочным требованиям и условиям использования береговой полосы. Водосточная система при сплошной подсыпке — проектируется и прокладывается обычными способами. При этом нет необходимости применять какие-либо специальные сооружения и устройства. Поскольку сток поверхностных вод осуществляется в сторону водоема, то прокладывается береговой коллектор, который собирает весь сток и отводит его за городскую черту. В случае когда на территории имеются пониженные участки (пилообразный профиль подсыпки), при подпоре возможен выход воды из водосточного коллектора на поверхность земли. Во избежание этого необходимо устанавливать на коллекторе обратный клапан. Временное подтопление коллекторов водосточной сети в период высоких уровней воды в реке или водоеме допускается, но отметки поверхности подсыпки должны обеспечивать незатопляемость территории.

При подпоре грунтовых вод для защиты территории от подтопления используется дренажная система. Проектирование ее производится по общим правилам и нормам сооружения дренажных систем.

Обвалование территории как мероприятие по защите от затопления осуществляется применительно ко всему городу или к его части в зависимости от площади затопления и рельефа. Схемы расположения ограждающих затапливаемую территорию дамб различные. Основные приемы обвалования: дамба сооружается вдоль водоема с примыканием к склонам на отметках незатопляемых территорий; дамба возводится вдоль водоема и по границам защищенной территории, при этом поперечные участки дамбы примыкают к незатопляемым береговым склонам; ограждение затапливаемой территории отдельными участками при необходимости пропуска водостоков; кольцевое дамбообвалование территории всего города или отдельных участков (рис. 33).

При проектировании защиты территории от затопления методом обвалования разрабатываются варианты трасс дамб. Оптимальный вариант выбирается на основании технико-экономического сравнения, а также учета распределения скоростей течения в реке и русловых процессов, находящихся в зависимости от степени сжатия русла при прохождении высоких вод. На основании выбранного варианта проектируется расположение дамб в плане. Трассы ограждающих дамб проектируются прямолинейно или по плавным кривым возможно большего радиуса. Расположение дамбы по отношению к берегу определяется устойчивостью русла, условиями подмыва и размы

ва береговых склонов и уклоном территории. При положительных значениях перечисленных факторов дамбы обвалования могут располагаться относительно близко к берегу. Обычно дамбы имеют форму трапеции (рис. 34). Ее ширина поверху зависит от использования, однако она должна быть не менее 4,5 м, для обеспечения проезда обслуживающего транспорта при ремонте и в аварийных случаях. Дамба может использоваться для движения транспорта, входя в общую транспортно-планировочную структуру города, в частности, как скоростная дорога или общегородская магистраль. Нередко хорошо озелененная дамба служит местом отдыха городского населения. В этом случае ширина дамбы поверху устанавливается соответствующими расчетами. Решения по использованию дамбы для каких-либо целей должны приниматься на основе технико-экономического и градостроительного обоснования, поскольку увеличение ширины дамбы вызывает рост объемов земляных работ и удорожание строительства.

Крутизна откосов со стороны воды (верховой откос) в зависимости от типа крепления, как правило, принимается 1:2—1:4, со стороны берега (низовой откос) 1:1,5—1:2, но могут применяться и пологие откосы крутизной 1:20—1:50. На откосах возможно устройство берм шириной 1,5—2 м при высоте дамбы более 10 м. Основой определения размеров поперечного сечения дамбы являются условия устойчивости откосов, гребня и

дамбы в целом при переработке берегов водоема, воздействию течения воды, волн и льда, а также условия ограничения фильтрации воды через тело дамбы.

Верховой откос подвержен отрицательным факторам воздействия воды и льда и должен быть защищен от них посредством соответствующего укрепления. Низовой откос не подвергается таким воздействиям, поэтому может иметь укрепление простейшего типа, например, одерновку поверхности откоса. Типы крепления откосов дамб обвалования такие же, как и при сплошной подсыпке; одерновка, мощение камнем, облицовка бетонными плитами и др.

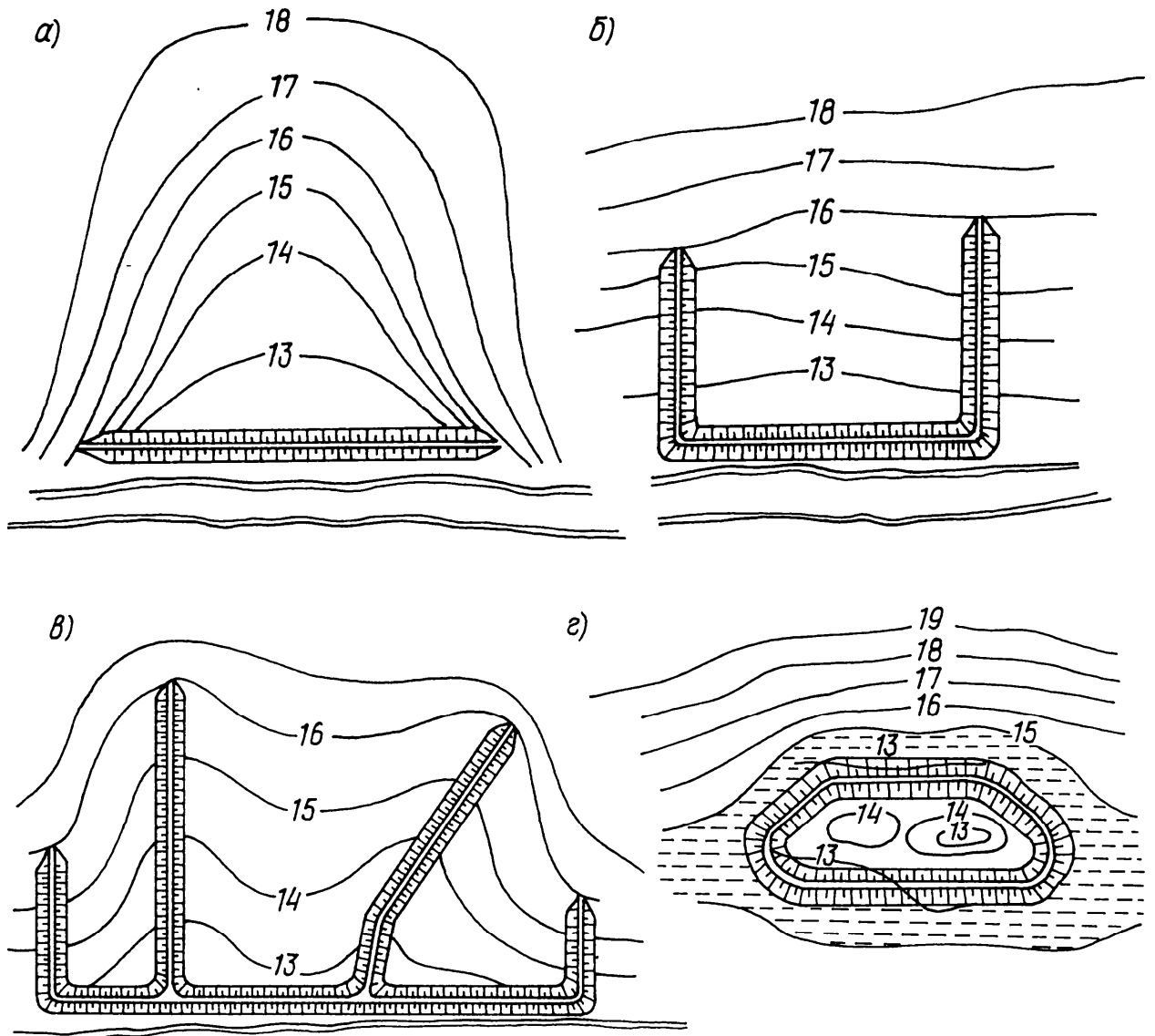


Рис. 33. Основные приемы обвалования территории:

а — дамба вдоль водоема с примыканием к склонам; *б* — дамба вдоль водоема с поперечными участками, *в* — ограждение отдельными участками; *г* — кольцевое дамбообвалование

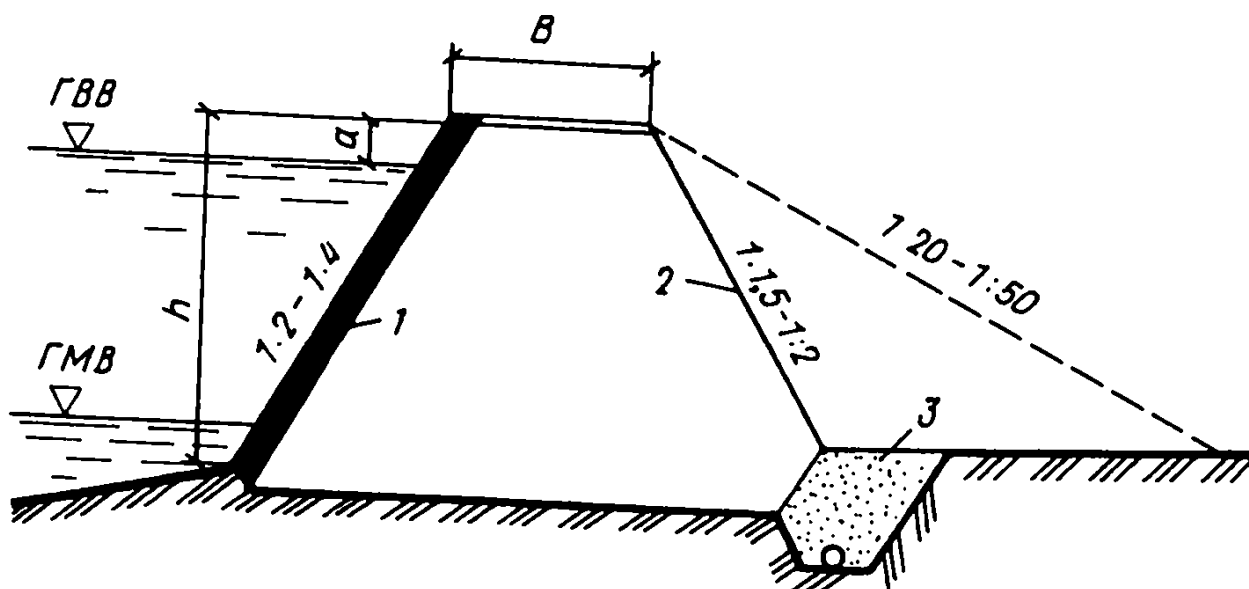
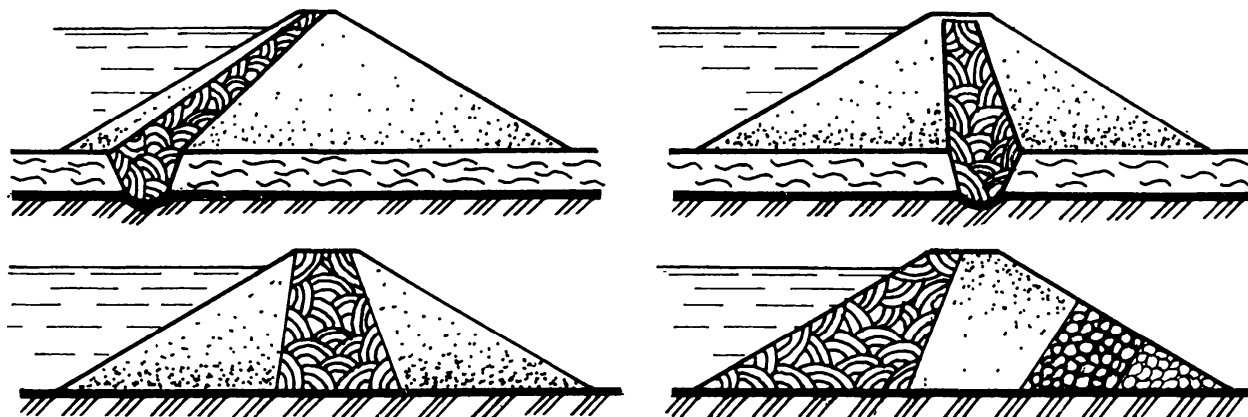


Рис. 34. Поперечный профиль дамбы обвалования: 1 — вербовой (мокрый) откос с креплением; 2 — низовой (сухой откос); 3 — придамбовый дренаж; *a* — запас в высоте; *B* — ширина дамбы по верху; *h* — высота дамбы

В период подъема уровня воды в теле дамбы создается фильтрационный поток. В связи с этим для уменьшения фильтрации в дамбе предусматриваются водонепроницаемые ядра: экраны и диафрагмы (рис. 35). Со стороны берега вдоль дамбы прокладывается горизонтальный дренаж.

По своему назначению дамбы подразделяются на незатопляемые и затопляемые. При защите городской территории, предназначенной под жилую и общественную застройку, сооружаются незатопляемые дамбы, т.е. высота их определяется из условия невозможности перелива воды через гребень дамбы при расчетном уровне высоких вод. Они служат постоянной защитой территории города от затопления. Затопляемые дамбы применяют при обваловании территории в тех случаях, когда допускается периодическое затопление (например, территории зеленых насаждений, расположенные в пойме реки).



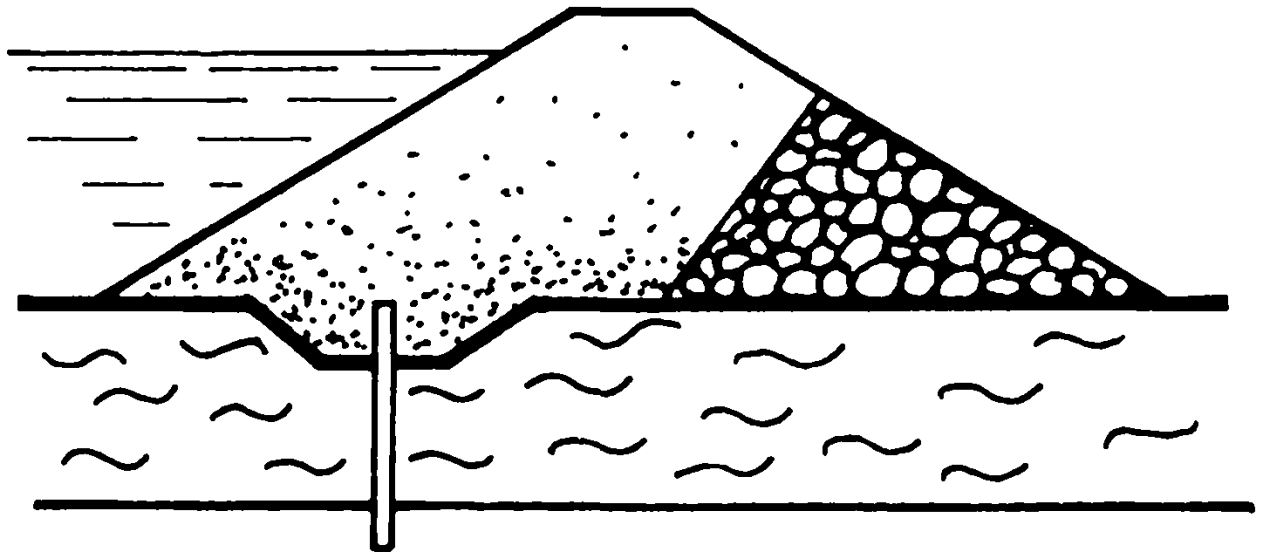


Рис. 35. Вариант обеспечения водонепроницаемости дамб обвалования

СТРОИТЕЛЬСТВО НАСЫПНЫХ ЗЕМЛЯНЫХ ПЛОТИН И ДАМБ

1. Назначение, виды земляных насыпных плотин и способы их возведения.

Плотина, гидротехническое сооружение, перегораживающее реку (или др. водоток) для подъема уровня воды перед ним, сосредоточения напора в месте расположения сооружения и создания водохранилища.

Водохозяйственное значение плотин многообразно: подъем уровня воды и увеличение глубин в верхнем бьефе благоприятствуют судоходству, лесосплаву, а также водозабору для нужд орошения и водоснабжения;

сосредоточение напора у плотины создает возможность энергетического использования стока реки;

наличие водохранилища позволяет регулировать сток, т.е. увеличивать расход воды в реке в меженные периоды и уменьшать максимальный расход в паводок, способный привести к разрушительным наводнениям.

Плотина и водохранилище существенно воздействуют на реку и прилегающие территории: изменяются режим стока реки, температура воды, продолжительность ледостава; затрудняется миграция рыбы; берега реки в верхнем бьефе затопляются; меняется микроклимат прибрежных территорий. Плотина обычно является основным сооружением гидроузла.

Плотиностроение возникло так же давно, как и гидротехника, в связи со значительным развитием искусственного орошения территорий у земледельческих народов Египта, Индии, Китая и др. стран.

Земляная плотина - плотина, возводимая из грунтовых материалов (песчаных, суглинистых, глинистых и др.) и имеющая в поперечном сечении трапециевидную или близкую к ней форму. Земляную плотину сооружают, как правило, глухими (без перелива воды через гребень).

Виды земляных насыпных плотин.

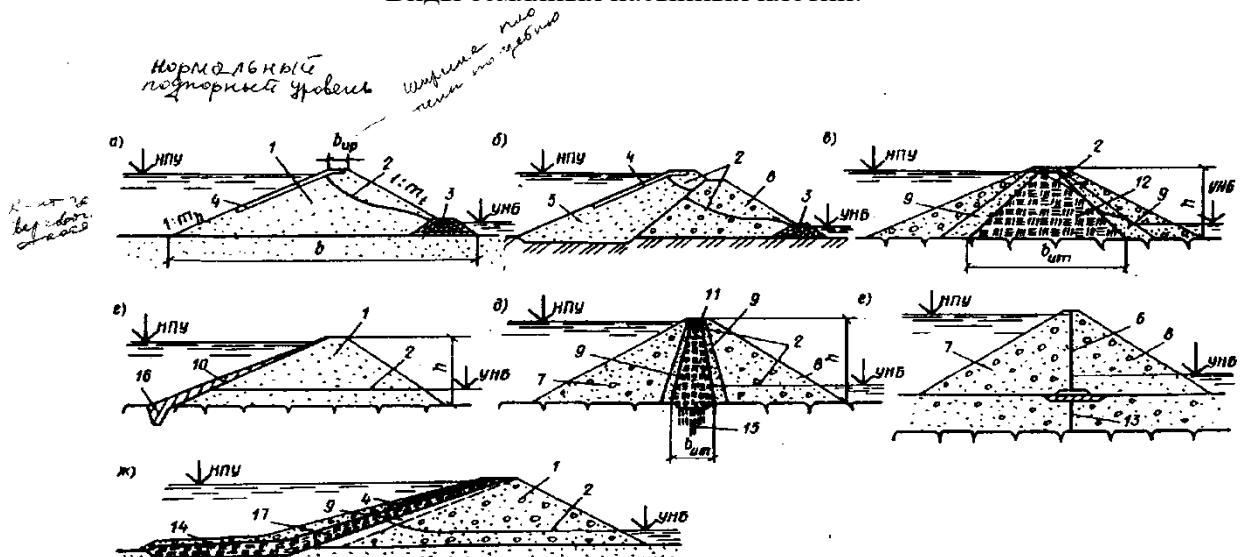


Рис. 14 – Виды земляных плотин

а-ж - см. табл. 1; 1 - тело плотины; 2 - поверхность депрессии; 3 - дренаж; 4 - крепление откосов; 5 - верховая грунтовая противофильтрационная призма; 6 - диафрагма; 7 - верховая призма; 8 - низовая призма; 9 - переходной слой; 10 - экран из негрунтовых материалов; 11 - грунтовое ядро; 12 - центральная грунтовая противофильтрационная призма; 13 - шпунт или стенка; 14 - понур; 15 - инъекционная (цементационная) завеса (висячая); 16 - зуб; 17 - грунтовый экран; h - высота плотины; b - ширина плотины по низу; $b_{ит}$ - ширина противофильтрационного устройства по низу; $b_{гр}$ - ширина плотины

по гребню; n_{th} - коэффициент заложения верхового откоса; m_t - коэффициент заложения низового откоса.

ПЛОТИНЫ МОЖНО ВОЗВОДИТЬ:

- механизированным способом с применением землеройных и землеройно-транспортных машин;
- намывом средствами гидромеханизации;
- с использованием направленного взрыва.

Земляные плотины можно разделить на:

- низкие (высота до 15 м);
- средние (высота 15...50 м);
- высокие (высота более 50 м).

2. Требования к материалам

Земляные насыпные плотины можно возводить из всех видов грунтов, за исключением:

- а) содержащих водорастворимые включения хлоридных солей более 5 % по массе, сульфатных или сульфатнохлоридных более 10 % по массе;
- б) содержащих не полностью разложившиеся органические вещества (например, остатки растений) более 5 % по массе или полностью разложившиеся органические вещества, находящиеся в аморфном состоянии, более 8 % по массе;
- в) сильно льдистых и льдистых грунтов.

Указанные в подпунктах (а) и (б) грунты допускается применять для создания тела плотины при наличии соответствующего обоснования и при условии проведения необходимых защитных инженерных мероприятий, а также соблюдения правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами.

При выборе этих грунтов надлежит учитывать следующее:

а) наиболее пригодными грунтами для образования противофильтрационных устройств являются глинистые с коэффициентом фильтрации $k < 0,1$ м/сут и при числе пластичности $I_p > 0,05$ (при соответствующем обосновании $I_p > 0,03$);

б) допускается применять искусственную грунтовую смесь, содержащую глинистые, песчаные и крупнообломочные грунты. Состав грунтовой смеси следует определять по результатам исследований и проверки его в производственных условиях на опытных отсыпках и выбирать на основании технико-экономического сравнения вариантов;

в) для экранов и понуров плотин III и IV классов допускается применять торф, причем необходимо предусматривать защитное покрытие из минеральных грунтов.

г) допускаемые величины засоленности грунтов, предназначенные к укладке в ядра и противофильтрационные призмы мерзлых плотин, следует устанавливать по результатам теплотехнических расчетов и на основании технико-экономического сравнения вариантов.

Для решения вопросов, связанных с производством работ по плотинам, необходимо иметь:

- план местности в горизонталях с указанием створа плотины и границ залегания грунтов, пригодных для возведения тела плотины;
- данные о карьере: толщина слоя вскрыши - непригодного для укладки в тело плотины грунта, толщина слоя пригодного грунта, его механический состав, средняя плотность в естественном залегании, влажность;
- данные о плотине: типовые поперечные сечения, продольный профиль по створу, отметки гребня, плотность грунта, которая должна быть достигнута при укладке в тело плотины, геологические и гидрогеологические условия на площади основания и намеченные проектом вскрышные работы;

- сведения о климатических условиях;
- данные о сроке производства работ.

При строительстве плотин в основном используют грунт из карьеров, а также пригодный грунт из расположенных вблизи профилейных выемок.

Для выявления потребного объема грунта из карьеров составляют баланс грунтовых масс. Карьер должен быть расположен в пределах разведанных границ залегания пригодных грунтов, по возможности ближе к месту укладки, для того, чтобы удобно размещались пути подвоза грунта, а груженный ход транспортных средств располагался преимущественно под уклон. Карьер должен быть защищен от затопления поверхностными и грунтовыми водами.

Для плотин с небольшой длиной по гребню, карьеры обычно размещают на коренных берегах перегораживаемого потока, а при большой длине плотины - часто в пойме вдоль тела насыпи, что позволяет сократить дальность возки грунта.

3. Технология строительства плотин

Весь комплекс работ по возведению насыпных плотин можно разделить на следующие группы процессов (технология строительства плотин и дамб):

- подготовка основания под насыпь и укладка материалов в дренажные устройства плотины;
- подготовительные работы в карьерах и строительство магистрального землевозного пути;
- разработка и транспортировка грунта в тело плотины;
- укладка грунта в тело плотины;
- планировка и крепление откосов;
- работы на гребне плотины (проезжая часть дороги, ограждения, парапеты);
- рекультивация площади карьеров.

Ведущие операции всего этого комплекса работ - разработка и транспортировка грунта. При выборе способа выполнения этих строительных процессов учитывают:

- дальность транспортирования грунта;
- высотное положение карьера по отношению к месту укладки грунта;
- возможность использования машин для других работ на данном строительстве;
- наличие у строительной организации землеройных машин и средств транспорта;
- наличие электроэнергии.

При отсутствии слоя растительного грунта, основание уплотняется катками, после рыхления, на небольшую глубину (0,15...0,3 м, для разрушения ходов землеройных животных). Сухое основание перед началом насыпки грунта увлажняют.

Одновременно с подготовкой основания до начала отсыпки укладывают материал дренажные устройства, для чего отрывают котлованы, насыпают слой фильтрующего материала по схеме обратного фильтра, монтируют трубчатые дрены, смотровые колодцы, водовыпуски и т.д.

3.1. Подготовка основания под насыпь и укладку материалов в дренажные устройства плотины

В основании насыпи удаляют растительный слой грунта бульдозерами или скреперами. При большой дальности перемещения растительного грунта его сгребают в промежуточные валы бульдозерами с последующей погрузкой экскаваторами на транспортные средства. После вскрыши основания проверяют его качество: однородность, плотность, наличие включений.

Основание на крутых склонах расчищают постепенно по мере возведения насыпи с тщательным удалением непригодного грунта.

3.2. Подготовительные работы на карьерах и строительство землевозных путей

С поверхности карьера удаляют растительный или другой непригодный для укладки в плотину грунт. При малых размерах карьеров вскрышные работы выполняют сразу по всей поверхности с помощью бульдозеров или скреперов. С больших по площади карьеров вскрышу ведут постепенно по полосам с перемещением грунта в выработанное пространство. Одновременно делают нагорные и водоотводящие канавки для защиты карьера от затопления поверхностными и грунтовыми водами.

3.3. Разработка и транспортирование грунта в тело плотины

Для транспортирования грунта из карьера в тело плотины используют автомобили-самосвалы и скреперы. Схемы движения машин составляются заранее с таким расчетом, чтобы по возможности не допускать пересечений груженого и порожнего потоков, и кроме того, чтобы машины дополнительно уплотняли уложенные слои. Доставленный грунт разгружают полосами вдоль оси плотины, а затем разравнивают бульдозерами или грейдерами.

3.4. Укладка грунта в тело плотины

Укладка грунта требует выполнения одновременно четырех операций:

- отсыпки грунта транспортными средствами;
- послыного разравнивания бульдозерами или грейдерами;
- доувлажнения до оптимальной влажности из автоцистерн, или из шлангов от временной водопроводной сети;
- послыного уплотнения грунта катками, трамбуемыми или вибрационными машинами

3.5. Планировка и крепление откосов земляных плотин

Вблизи поверхности откосов из-за выпирания грунт остается неуплотненным, образуя бахромку толщиной 0,2...0,5 м. При укладке грунта ширину крайних карт увеличивают на толщину бахромы. Для рационального использования грунта бахромку срезают с перемещением в тело насыпи различными способами. При этом одновременно осуществляется планировка откосов.

3.6. Работы на гребне плотины

Ширину гребня плотины следует устанавливать в зависимости от условий производства работ и эксплуатации (использования гребня для проезда, прохода и других целей), но не менее 4,5 м. Отметку гребня плотины следует назначать на основе расчета возвышения его над расчетным уровнем воды.

Возвышение гребня плотины надлежит определять для двух случаев стояния уровня воды в верхнем бьефе:

а) при нормальном подпорном уровне (НПУ) или при более высоком уровне, соответствующем пропуску максимального паводка, входящего в основное сочетание нагрузок и воздействий;

б) при форсированном подпорном уровне (ФПУ), при пропуске максимального паводка, относимого к особым сочетаниям нагрузок и воздействий.

3.7. Рекультивация площади карьеров

Рекультивация карьеров заключается в приведении их территории в состояние, пригодное для использования. Для этого выполняют следующие операции:

- планировку поверхности дна карьера;
- разработку и доставку на дно карьера растительного грунта;
- разравнивание растительного слоя грунта толщиной не менее 0,1 м.

Для проведения рекультивации карьеров применяют бульдозеры, скреперы, грейдеры.

Вопросы для самоконтроля

1. Производство работ в карьере

2. Транспорт грунта
3. Подготовка основания плотины
4. Укладка грунта в тело плотины
5. Планировка и крепление откосов плотины

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Белецкий, Б. Ф. Технология и механизация строительного производства [Электронный ресурс] / Б. Ф. Белецкий. - 4-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2011. - 752 с. - ISBN 978-5-8114-1256-3 : Б. ц.
2. Белецкий, Б. Ф. Строительные машины и оборудование [Электронный ресурс] / Б. Ф. Белецкий, И. Г. Булгакова. - 3-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2012. - 608 с. - ISBN 978-5-8114-1282-2
3. Болотин, С. А. Организация строительного производства : учебное пособие / С. А. Болотин, А. Н. Вихров. - 3-е изд., стер. - М. : Академия, 2009. - 208 с. - (Высшее проф. образование. Строительство). - ISBN 978-5-7695-6471-0.
4. Иванов Е.С. Организация строительства объектов природообустройства. -М.: Колос, 2009, 415 стр.

Дополнительная литература

10. Абдразаков Ф.К., Бахтиев Р.Н., Волков А.В. Организация инженерных работ при строительстве каналов: метод. пособие к выполнению курсовых проектов /ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» – Саратов, 2009. – 36 с.
11. Абдразаков, Ф. К. Организация и технология производства скреперных работ : метод. указ. по выполнению практ. работы / ФГОУ ВПО СГАУ, Факультет природообустройства ; сост. Ф. К. Абдразаков, Р. Н. Бахтиев, А. В. Волков. - Саратов : ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2009. - 16 с.
12. Организация строительного производства : учебник для строительных вузов / Л. Г. Дикман. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. - 608 с.
13. Стаценко, А. С. Технология строительного производства / А. С. Стаценко. - Ростов н/Д. : Феникс, 2006. - 416 с. - (Высшее образование).
14. Соколов, Г. К. Технология строительного производства : учебное пособие / Г. К. Соколов. - М. : Академия, 2006. - 544 с.
15. Сабо, Евгений Дюльевич. Гидротехнические мелиорации объектов ландшафтного строительства : учебник / Е. Д. Сабо, В. С. Теодоронский, А. А. Золотаревский. - М. : Академия, 2008. - 336 с. : ил. - (Высшее проф. образование. Ландшафтное строительство). - ISBN 978-5-7695-4318-0
16. Ясинецкий В.Г., Фенин Н.К. Организация и технология гидромелиоративных работ. М.,1986.
17. Электронная библиотека СГАУ – <http://library.sgau.ru>
18. Библиотека ГОСТов и нормативных документов <http://libgost.ru>

Защита территории от подтопления

Подземные воды - одно из важных природных условий. Они имеют большое значение как источник водообеспечения, хотя в настоящее время в основном, главным источником водоснабжения для различных хозяйственных нужд служит поверхностная вода рек и других водоемов. Вместе с тем реки, озера, водохранилища, пруды — лишь видимая часть воды, основной объем которой находится под землей. Так, почти под каждой рекой протекает другая (подрусловый сток), под каждым озером находится другой водоем, объемы подземных вод могут во много раз превышать поверхностные.

Подземные воды распространены почти повсеместно. Известны пресные «моря» под песками Сахары и Кызылкумов, под степями Казахстана, Западной Туркмении и в других засушливых районах. Запасы подземных вод в земной коре только до глубины 800 м ориентировочно составляют 4 млн/км³. Все реки земного шара могут заполнить такой объем лишь за 100 лет.

Наряду с той, бесспорно, положительной ролью, которую играют грунтовые воды в жизни людей, их распространение связано с отрицательными явлениями. При высоком уровне подземные воды вызывают подтопление территории, ухудшают физико-механические свойства оснований фундаментов, затрудняя строительство и эксплуатацию зданий и сооружений, затапливают подвальные помещения, приводят к эрозии почв, росту оврагов, активизации оползневых явлений и пр. Выходя на поверхность или приближаясь к ней, они образуют болота и заболоченности. Особенно активно подтопление территории происходит в районах массовой жилой застройки на макропористых просадочных грунтах. Так, за последние 50—60 лет оказались подтопленными почти 70 % территорий городов юга РФ и Украины.

В сельском хозяйстве при орошении земель в засушливых и полусушливых районах часто происходит засоление почв вследствие подъема подземных вод вместе с растворенными в них солями. Поэтому в случае подтопления территории при высоком горизонте подземных вод необходимо осушать городскую территорию и понижать уровень стояния подземных вод. При разработке мероприятий инженерной подготовки по понижению горизонта подземных вод необходимо в первую очередь знать свойства горных пород по отношению к воде (водопроницаемость, водоотдача, влагоемкость и пр.), источники питания подземных вод, виды подземных вод и их движение в земной коре.

1. Причины подтопления

Все грунты разделяются на водопроницаемые и водонепроницаемые (водоупоры). Первые поглощают воду и транспортируют ее в своей среде, вторые ее не пропускают и, подстилая водопроницаемые водоносные слои, служат для них водоупором. Основное водное свойство грунтов — водопроницаемость, т.е. способность породы быстро поглощать воду и пропускать ее через себя. Скорость фильтрации воды в грунте зависит от размеров пор, поэтому в породах с крупными порами наблюдаются большие скорости фильтрации. В обломочных породах скорости движения воды больше, чем в мелкозернистых песках. В глинах скорость фильтрации воды практически равна нулю.

Водопроницаемость характеризуется коэффициентом фильтрации (м/сут), который зависит от грунта и изменяется в значительных пределах; 0,005 и менее (глины) до 200 и более (трещиноватые закарстованные известняки, галечник). По степени водопроницаемости все породы

разделяются на три группы (по Ф.П. Сарваренскому); водопроницаемые — коэффициент фильтрации более 1 м/сут (крупнообломочные породы, галечники, пески); полупроницаемые — коэффициент фильтрации 1—0,001 м/сут (глинистые пески, супеси, лессы); практически непроницаемые (водоупорные) — коэффициент фильтрации менее 0,001 м/сут (глины, мергели). Большое практическое значение имеют такие свойства грунтов, как влагоемкость и водоотдача.

Влагоемкость определяет способность породы вмещать и удерживать некоторый определенный объем воды при обеспеченном стекании. Различают влагоемкость полную, капиллярную и молекулярную. Полная влагоемкость характеризуется полным заполнением водой всех пор породы. **Капиллярная** влагоемкость — наличие в породе лишь капиллярной воды, связанной силами капиллярного натяжения, в то время как свободная вода ушла из породы в результате обеспеченного стекания. **Молекулярная** влагоемкость — наличие только пленочной воды, которая удерживается на частицах породы силами молекулярного притяжения. Влагоемкими породами являются торф, глина, суглинок и др. К слабовлагоемким относятся глинистые породы, лёсс, мергель и др.; к невлагоемким — песок, гравий, изверженные и скальные осадочные породы.

Водоотдача характеризует свойство породы отдавать часть воды посредством ее стекания. Она определяется разностью между полной и молекулярной влагоемкостью. Крупнозернистые породы обладают большей водоотдачей, чем мелкозернистые. В глинах водоотдача практически равна нулю.

Отрицательное воздействие, главным образом на конструкции дорожных покрытий (вспучивание грунта и разрушение дорожных одежд), оказывают так называемые

капиллярные воды. Под **капиллярностью** понимается способность грунтов подтягивать воду по капиллярам от основного горизонта подземных вод и увлажнять вышележащие слои. Высота подъема воды в капиллярах зависит от

их размеров: чем они тоньше, тем выше окончательный подъем воды в породе. В обломочных и крупнозернистых грунтах при размерах зерен более 2 мм капиллярность отсутствует, а глины, напротив, обладают наибольшей высотой капиллярного подъема, достигающей 400—500 см.

Помимо капиллярных вод, которые связаны с основным горизонтом подземных вод, обеспечивающих их питание, существуют **подвешенные** капиллярные воды. Они появляются при инфильтрации атмосферных осадков с поверхности почвы в нижележащие слои, сложенные мелкозернистыми породами, которые подстилаются крупнозернистыми песками. Поскольку просачивающиеся атмосферные осадки выходят в крупнозернистые подстилающие породы, то капиллярная вода удерживается силами капиллярного натяжения только в вышележащих тонкозернистых породах, т.е. находится как бы в подвешенном состоянии.

Подземные воды. Все вышесказанное свидетельствует о том, что в грунтах находятся свободная (гравитационная) вода, заполняющая поры породы идвигающаяся по ним в результате просачивания под воздействием силы тяжести, а также капиллярная вода, поднятая по капиллярам силами поверхностного натяжения, и подвешенная вода.

Источниками питания подземных вод на территории города являются атмосферные воды, проникающие в грунт путем инфильтрации (просачиванием) осадков; русловые воды рек и водоемов, проникающие в береговой грунт в результате их фильтрации; подземные воды, поступающие к территории города по водоносным слоям с более высоких территорий вследствие разности отметок. Основные из перечисленных источников питания — атмосферные осадки. При плохой организации стока поверхностных вод и наличии хорошо проницаемых грунтов создаются благоприятные условия для инфильтрации воды с поверхности. Просочившаяся в почву вода под воздействием силы тяжести опускается в более глубокие слои до тех пор, пока не встретит на своем пути водоупорные породы. Над водоупором происходит задержание и накопление подземных вод в водовмещающих породах.

Подземные воды разделяются на ряд видов. К основным относятся: верховодка, подвешенные воды, основной горизонт, межпластовые воды.

Верховодка образуется на слабопроницаемых линзах и сравнительно небольшой глубине. Это происходит, как правило, при снеготаянии и обильных дождях. Площадь ее распространения незначительна. При отсутствии поступления влаги с поверхности почвы,

например, в засушливые годы или в зимний период, верховодка может исчезнуть и появиться вновь после переувлажнения почвы. Образование верховодки во многом зависит от организации поверхностного стока и общего благоустройства городской территории.

Подвешенные воды образуются в результате инфильтрации атмосферных осадков на участках слабопроницаемых грунтов. Они не имеют водоупора и удерживаются в грунте капиллярным натяжением. Как правило, эти воды сохраняются в течение короткого времени и их образование зависит также от благоустройства территории и организации стока поверхностных вод.

Основной горизонт часто называют грунтовыми водами. Это первый водоносный слой от поверхности земли. Он чаще всего распространяется на обширной площади, располагается на водоупоре и имеет определенные закономерности изменения уровня в зависимости от климатических условий и выпадения осадков. Основной горизонт имеет наибольшее значение в подтоплении городских территорий, он встречается достаточно часто на сравнительно небольшой глубине от поверхности, поэтому ему следует уделять большое внимание при проектировании города, его застройке и благоустройстве.

Межпластовые воды — подземные воды, расположенные между двумя водоупорами (водонепроницаемыми слоями). Они могут быть безнапорными и напорными (артезианскими). Залегая на сравнительно большой глубине, эти воды редко подтапливают городские территории. Однако в некоторых случаях в верхнем водоупорном слое возможно капиллярное поднятие воды, что может вызвать избыточное увлажнение грунта или подтопление территории.

Режим подземных вод не остается постоянным. Их горизонт имеет среднегодовое колебание от максимального в период наибольшего увлажнения почвы до минимального. Разность отметок между этими уровнями называется амплитудой колебаний. Она зависит от климатических условий местности. При защите городской территории или отдельных сооружений от подтопления подземными водами для расчетов принимается максимальный уровень возможного их подъема.

Большое влияние на изменение уровня подземных вод оказывает хозяйственная деятельность. Выпуск промышленных, хозяйственно-бытовых и ливневых стоков иногда приводит к повышению уровня подземных вод, утечки воды из сети водопровода, канализации или резервуаров воды также могут привести к увеличению количества воды в почве. Все эти явления необходимо учитывать при оценке гидрогеологических условий территории и при выборе методов ее осушения.

Возможность использования подземных вод для водоснабжения и в других целях устанавливается путем изучения их физических, химических и бактериологических

свойств, степеней и характера загрязнения. Большое внимание уделяется исследованиям подземных вод на агрессивность по отношению к металлам, железобетону, каменным конструкциям и пр.

2. Методы защиты от подтопления, дренажи и их системы

Задачи инженерной подготовки при подтоплении городской территории — понижение уровня подземных вод в целях осушения территории и защита зданий и сооружений от затопления — решаются устройством дренажных систем

в комплексе с вертикальной планировкой, организации поверхностного стока и благоустройства территории.

В зависимости от назначений территории устанавливают наивысший допустимый уровень подземных вод. Наименьшая глубина от поверхности земли до наивысшего уровня подземных вод определяется как норма осушения. Для участков, предназначенных под застройку жилыми и общественными зданиями, норма осушения принимается не менее 2 м (от проектной отметки территории), для стадионов, парков, скверов — не менее 1 м. Для территорий с застройкой зданиями, имеющими подвальные помещения служебного или хозяйственного назначения, норма осушения 0,5—1 м от отметки пола помещения, для территории под сельскохозяйственными культурами — 0,5—1 м в зависимости от их вида.

Осушение территории с высоким уровнем подземных вод, т.е. достижение требуемой нормы осушения, можно произвести различными способами. Наиболее простое решение, одновременно обеспечивающее целый комплекс других градостроительных задач, — правильная организация стока поверхностных вод и высокий уровень благоустройства застраиваемой территории.

Эти мероприятия, хорошо разработанные и осуществленные в полном объеме, способствуют понижению горизонта подземных вод на городской территории, поскольку значительно уменьшается инфильтрация осадков в грунт с поверхности. Кроме того, они оказывают влияние непосредственно на источник питания подземных вод, основным из которых, как отмечалось выше, являются атмосферные осадки.

Дренажи и их типы. Осушить территорию можно и не затрагивая непосредственно грунтовые воды. При этом требуемая норма осушения достигается подсыпкой территории, т.е. повышением планировочных отметок поверхности. В этом случае увеличивается глубина от проектной отметки территории (поверхности земли) до горизонта подземных вод. Данное мероприятие применяется

для территорий, расположенных в равнинных условиях рельефа. Наиболее часто сплошная подсыпка территории производится в случае защиты ее от затопления при

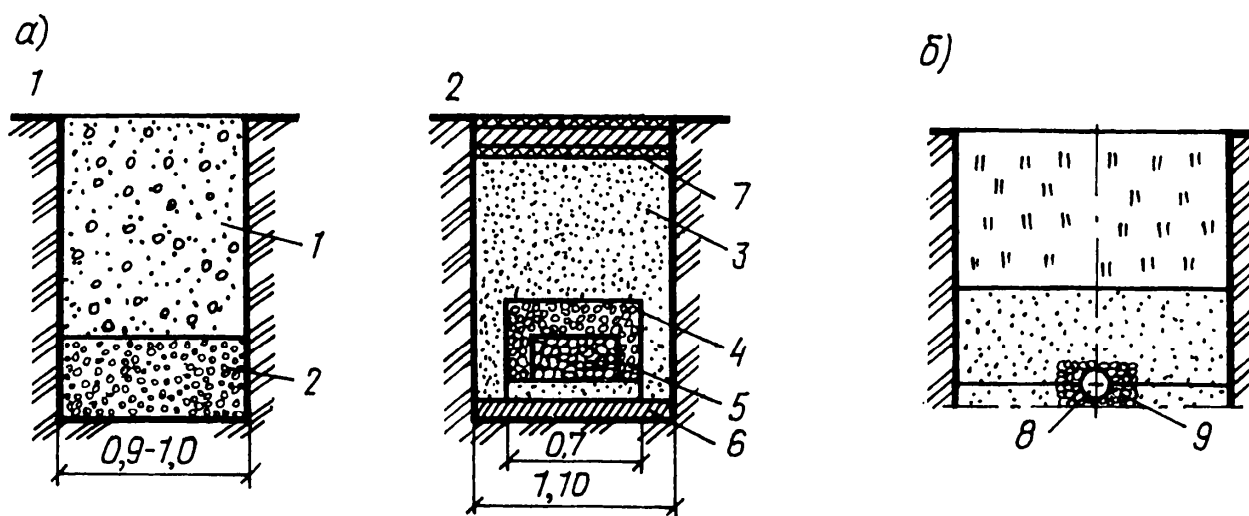
подъеме уровней воды. При этом сплошная подсыпка территории играет двойную роль — защита от затопления и одновременно мероприятие по осушению территории.

Основной способ осушения территории — устройство дренажа. Дренаж — инженерное сооружение, предназначенное для искусственного понижения уровня подземных вод или их полного перехвата, рассчитанное на длительный период непрерывного действия. Осушающее действие дренажа основано на отводящей способности конструкции дрены, опущенной под водоносный горизонт, за счет чего понижается уровень подземных вод.

Дренажные системы представляют собой отдельные линии или дренажную сеть, состоящую из различных элементов. В зависимости от конструкции приемных устройств и расположения дрен в водоносном слое дренажи разделяются на горизонтальные и вертикальные. В горизонтальных дренажах осушающее действие обусловлено самотечным движением подземных вод, которые поступают в дрены из-за значительного увеличения коэффициента фильтрации дрены по отношению к окружающему грунту. В системе вертикальных дренажей отвод и понижение уровня подземных вод осуществляется созданием разрежения в системе с помощью насосов.

По конструктивным решениям дренажи подразделяются на открытый: закрытый простейшего типа; закрытый трубчатый; галерейный; пластовый, пристенный; вертикальный (рис. 37).

Открытый дренаж — открытые канавы или траншеи различной глубины, как правило, до 2 м. При малой глубине стенки канавы имеют естественные откосы, с увеличением глубины они укрепляются. Для уменьшения размеров поверху траншеи выполняют с вертикальными стенками, при этом их делают с креплением из щитов или деревянных рам с распорками.



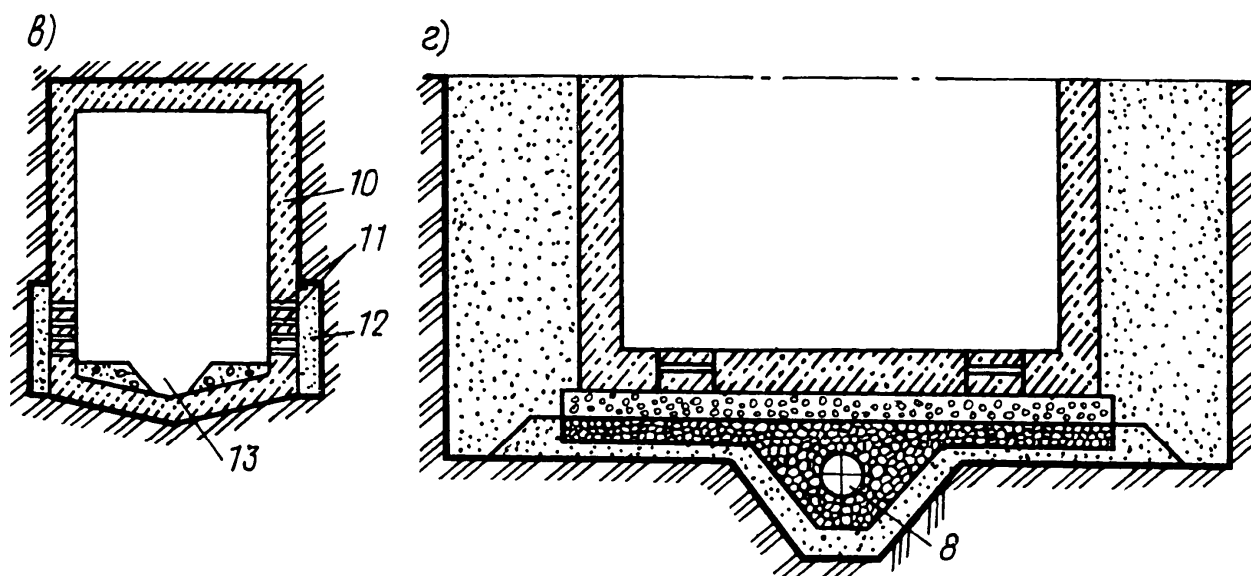


Рис. 37. Конструктивные решения дренажей:

а - закрытый дренаж простейшего типа; 1 - щебеночный дренаж; 2 - каменно-щебеночный дренаж; б - закрытый, трубчатый дренаж; в - галерейный дренаж; г - пластиковый дренаж; 1 - местный грунт; 2 - щебень или гравий; 3 - песок; 4 - гравий; 5 - каменная выкладка; 6 - глмнобетонная подушка; 7 - два слоя дерна с глиняной прослойкой; 8 - дренажная труба; 9 - дренирующая обсыпка; 10 - бетон; 11 - водоприемные отверстия в стенках; 12 - дренирующий слой песка; 13 - лоток в галерее

Прием грунтовых вод осуществляется через щели в щитах, они поступают в бетонный лоток, по которому отводятся благодаря продольному уклону дна траншеи. Открытый дренаж является простейшим типом дренажа, и применение его в городских условиях недопустимо. Он может устраиваться на незастроенной территории, в пригородной зоне, в зонах отдыха, на территориях дачных поселков. Но и в этих случаях открытый дренаж необходимо рассматривать как временное сооружение, которое в последующем должно быть заменено закрытым дренажом.

Закрытый дренаж простейшего типа — траншеи, заполненные дренирующим материалом и засыпанные песком или местным грунтом до планировочной отметки поверхности земли. Такая конструкция позволяет использовать территорию в градостроительных целях, но не может обеспечить стабильность горизонта пониженных подземных вод. При этом закрытый дренаж с дренирующим материалом подвержен частому засорению частицами грунта, поступающими в него вместе с грунтовыми водами, а прочистка его весьма затруднена из-за необходимости вскрывать траншеи. Все это определяет область его применения — пригородная зона, участки зеленых насаждений,

территории с некапитальной временной застройкой, плоскостные спортивные сооружения.

Закрытый трубчатый дренаж наиболее совершенный и соответствует высокой степени благоустройства городской территории. Он состоит из дренажной трубы, отводящей собранную воду, и дренирующей обсыпки, захватывающей подземные воды. Траншея, в которой проложен трубчатый дренаж, полностью засыпается местным грунтом. По трассе дренажа устанавливаются смотровые колодцы, обеспечивающие осмотр, контроль и прочистку дренажной трубы. Применяются дренажные трубы из различного материала — керамические, бетонные, асбестоцементные. Они имеют незаделанные стыки, щели, специальные отверстия, через которые грунтовые воды поступают в трубы.

Дренирующая обсыпка выполняется из фильтрующего материала — гравия, щебня, крупнозернистого песка. Обсыпка играет важную роль в конструкции дренажа, как промежуточный слой между водоносным грунтом и водоприемными отверстиями дренажных труб. С ее помощью происходит захват грунтовых вод и предотвращение засорения дренажной трубы мелкими фракциями водоносного грунта.

Сложность подбора состава обсыпки и ее укладки — главные недостатки трубчатых дренажей с фильтрующей обсыпкой. Для устранения этих недостатков разработаны и освоены конструкции дренажа на основе трубофильтров. Они представляют собой пористые трубы, сами стенки которых выполняют функции обсыпки. Трубофильтры выполняются из пористого бетона, керамзитобетона, керамзитостекла.

Закрытый трубчатый дренаж обеспечивает стабильное расчетное понижение уровня грунтовых вод, поддерживая необходимую норму осушения, что обеспечило ему широкое применение при защите городской территории от подтопления подземными водами.

Галерейный дренаж — бетонные или железобетонные галереи проходного или полупроходного типа с лотком для отвода дренажных вод и водоприемными отверстиями в нижних частях стенок, которые отсоединяются от водоносного грунта дренирующим слоем. Прокладывают галереи открытым способом или с помощью подземных проходов. Галерейный дренаж применяют при больших потоках подземных вод, в особо неблагоприятных условиях, главным образом в оползневых районах.

Пластовый дренаж используют для приема и отвода подземных вод от отдельных объектов и сооружений, причем наиболее часто в основании подземных коллекторов для прокладки инженерных коммуникаций, а также под основанием дорожных конструкций.

Он может служить и для защиты от подтопления подвальных помещений зданий. В этом случае он иногда совмещается с пристенным дренажом.

Пристенный дренаж устраивают при защите фундаментов зданий для перехвата грунтовых вод и верховодки. Он представляет собой ленточный дренаж, состоящий из дренажных труб с фильтрующей обсыпкой, укладываемых с наружной стороны здания. Фильтрующая обсыпка перехватывает поступающие к зданию подземные воды, которые по трубам отводятся за пределы данного сооружения.

Вертикальные дренажи применяют главным образом при большом потоке подземных вод и в случае необходимости их перехвата на значительной глубине. Они состоят из групп трубчатых колодцев, представляющих собой дрены — осушители, объединяемые водоотводящими трубами, которые соединены с насосной станцией. Собранные дренажные воды с помощью вакуумных установок поступают в приемный резервуар насосной станции, а затем перекачиваются насосами в места их сброса — коллекторы городской водосточной сети или различные водотоки и водоемы.

Вакуумные установки применяются двух видов — сифонные и с постоянной работой насосов. В случае использования сифонной системы вода отсасывается из грунта и удаляется водоотводящими коллекторами.

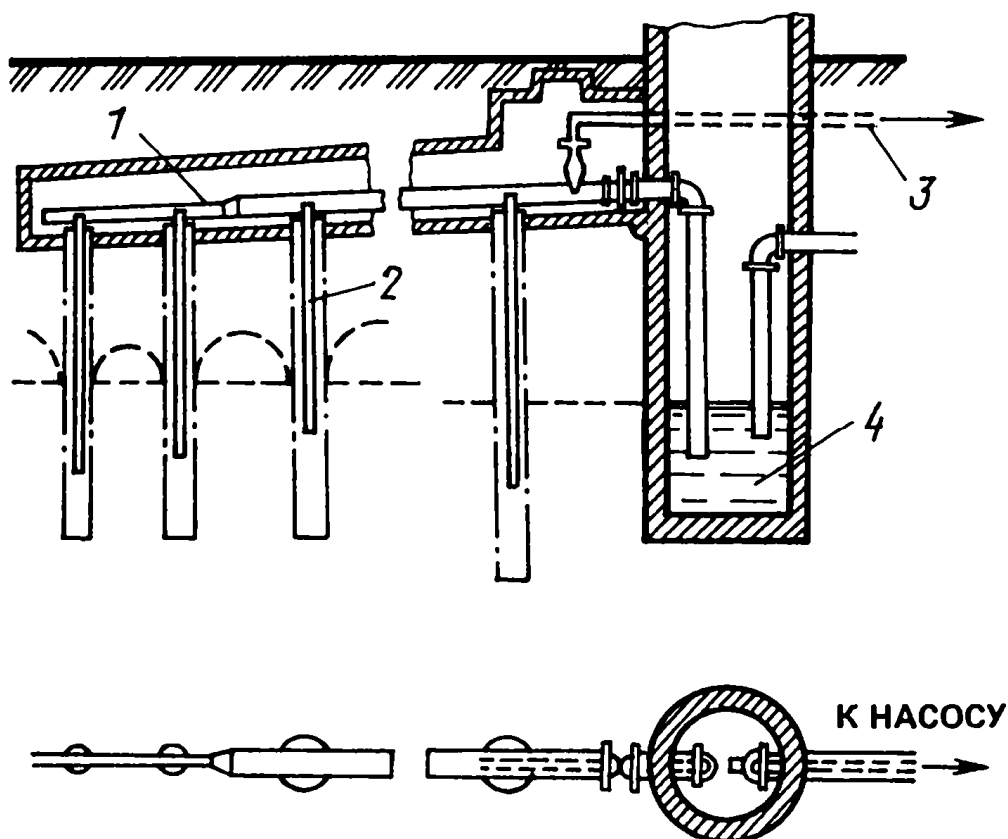
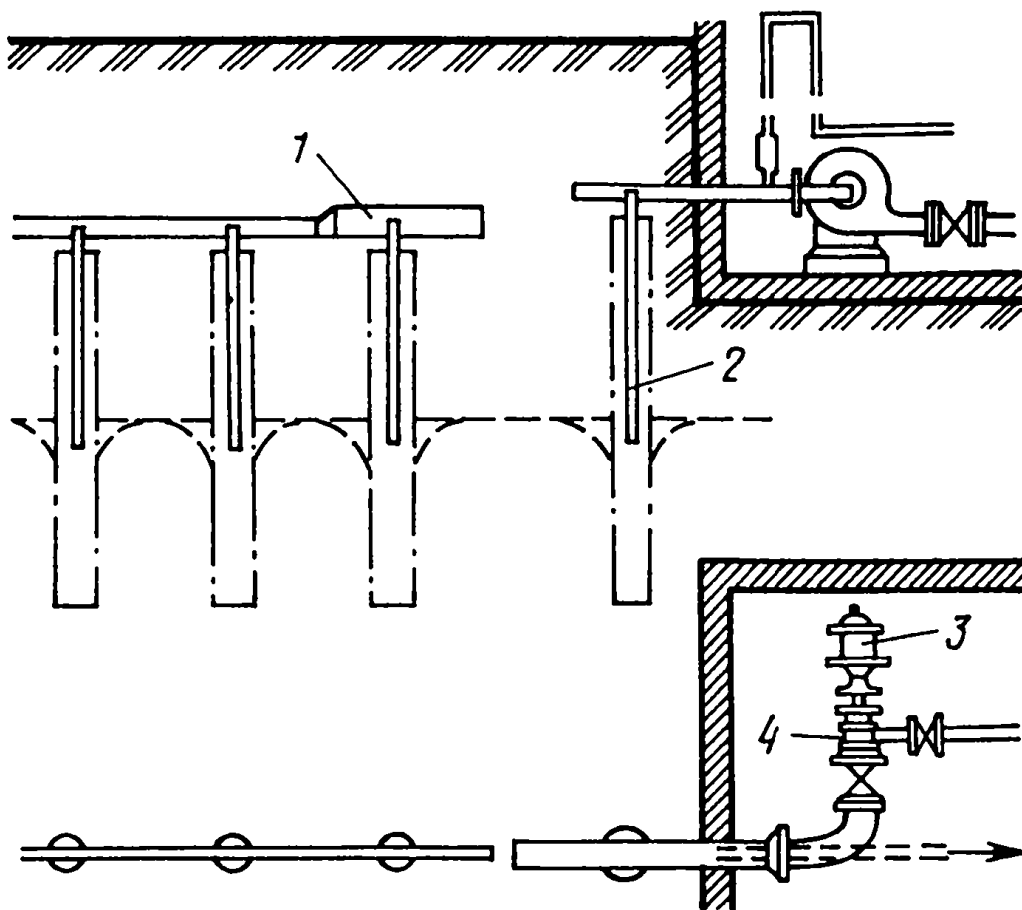


Рис. 38. Схема устройства вертикального дренажа с сифоном:

1 — сифонный трубопровод; 2 — всасывающая труба; 3 — к вакуум-насосу; 4 — приемный резервуар



*Рис. 39. Схема устройства вертикального дренажа со всасывающим трубопроводом:
1 — всасывающий трубопровод; 2 — всасывающая труба; 3 — электродвигатель; 4 — насос*

Эффект отсоса достигается обеспечением разности давления между динамическим уровнем воды в трубчатом колодце-дрене и горизонтом воды в резервуаре (рис. 38). Этот перепад создает вакуум в водозаборе, вследствие чего уровень воды в грунте может быть понижен до 6—7 м. Эта система работает лишь при постоянном заполнении водой, поэтому дрены подключают к вакуумному насосу, который используется не только для отсоса воздуха из системы перед началом работы, но и для периодического его удаления. После заполнения водой система начинает работать самотеком, сливая дренажную воду в приемный резервуар.

Водопонижение при использовании вакуумной системы другого вида обусловлено постоянной работой насоса, так как в ней отсутствует приемный резервуар (рис. 39). В этом случае затруднено регулирование работы системы, а также увеличиваются потери электроэнергии вследствие постоянной работы насосов.

При работе вертикальных дренажей вокруг каждого колодца образуется воронка, очертание которой представляет собой кривую депрессии. Когда имеется

ряд или группа колодцев, депрессионные кривые соединяются и образуют общую депрессию подземных вод. Наиболее часто вертикальный дренаж применяют в качестве берегового дренажа для перехвата вод, фильтрующихся из реки или водоема, а также для защиты от подтопления сооружений, имеющих большую глубину от поверхности земли (подземных многоэтажных гаражей, тоннелей и т.д.).

По отношению к водоупорному слою различают дренажи совершенного и несовершенного типа. Если дренаж заложен под водоносный слой на водоупоре, его называют совершенным, а если дренаж размещен в толще водоносного слоя до водоупора, то несовершенным.

Дренажные системы. В зависимости от мощности потока подземных вод, назначения дренажа, его расположения по отношению к защищаемой территории и источнику поступления грунтовых вод применяются следующие дренажные системы: однолинейные, с горизонтальными или вертикальными дренами, которые перехватывают грунтовые воды, поступающие на защищаемую территорию, с одной стороны, двухлинейные с устройством двух дренажных линий для защиты территории от грунтовых вод, поступающих с двух сторон в виде системы дренажных линий (систематический дренаж), которые располагаются на значительной по площади территории для защиты ее от подтопления грунтовыми водами.

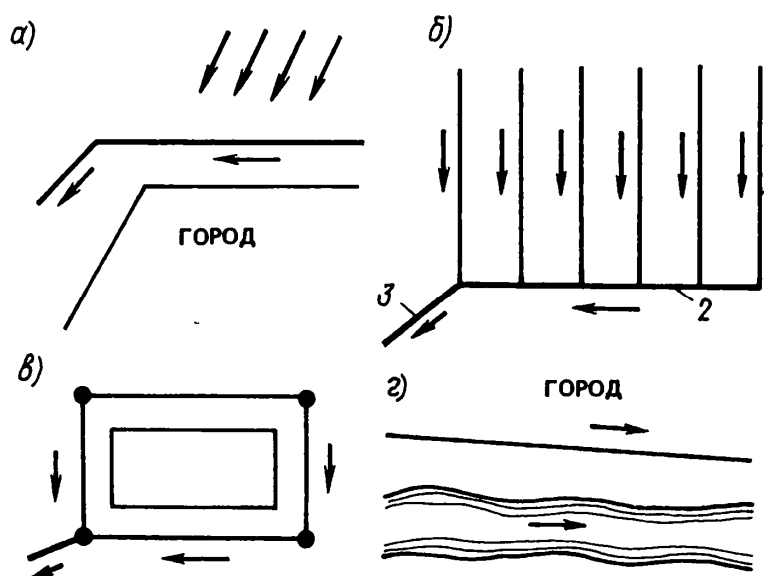


Рис. 40. Типы дренажей (дренажные системы): а — головной дренаж; б — систематический дренаж; в — кольцевой дренаж; г — береговой дренаж; 1 — дренаж-осушитель; 2 — дренаж-собирающий; 3 — отводящий коллектор

При защите городской территории от подтопления грунтовыми водами, имеющими различные источники питания, применяются головной, береговой, кольцевой, систематический и специальный дренажи (рис. 40).

Головной дренаж предназначен для перехвата потока подземных вод, поступающего в направлении к городу.

Береговой дренаж защищает территорию города от подтопления фильтрационными водами со стороны реки или иного водоема. Кольцевой дренаж применяют для защиты отдельных зданий и сооружений и прокладывают по их контуру. Систематический дренаж предназначен для осушения сравнительно больших по площади территорий с высоким уровнем горизонта подземных вод. Применяется на территориях микрорайонов, жилых районов, парков, садов и т.д. Специальный дренаж служит для перехвата грунтовых вод при неблагоприятных природных условиях и физико-геологических процессах. Дрены специального назначения прокладывают у оврагов, на оползневых склонах и пр.

53. Принципы проектирования дренажных систем

Мероприятия по осушению территории намечаются в генеральной схеме осушения территории, которая является составной частью комплексного проекта планировки и застройки городской территории. В генеральной схеме осушения территории разрабатываются рекомендуемые варианты понижения подземных вод на участках или на всей территории, используемой в градостроительных целях. При выборе наиболее целесообразного варианта дренажной системы учитываются технико-экономические показатели, в первую очередь стоимость строительства, организация работ и технические особенности строительства, очередность работ по прокладке дренажей и застройке территории и т.д.

Разработка проекта дренажных систем производится на основе генерального плана осваиваемой территории, материалов инженерно-геологической съемки, материалов бурений или прохождения шурфов на глубину ниже водоносного слоя на 2—3 м, характеристики водоносного слоя, условий питания подземных вод, гидрографической сети — наличия рек, ручьев, озер и пр.

Основные исходные данные для проектирования дренажных систем: строение и характеристика почвогрунтов; глубина заложений водоносного слоя и водоупора; мощность водоносного слоя, характеристика водоносного горизонта и режим грунтовых вод (условия питания, площадь распространения подземных вод, фильтрационная способность грунтов, изменение уровня грунтовых вод во времени и т.д.), химический состав подземных вод.

При проектировании и расчете дренажных систем в первую очередь на основании генерального плана застраиваемой территории устанавливаются нормы осушения в зависимости от назначения отдельных участков территории. Изучение природных условий по материалам геологических и гидрогеологических изысканий позволяет выявить источники питания подземных вод и установить границы территории, подверженной подтоплению этими водами. Затем производится выбор и технико-экономическое обоснование дренажной системы для осушения подтапливаемой территории и ее проектирование (начертание в плане, продольные профили по дренам и коллекторам, необходимые сооружения и устройства).

Дренажные системы проектируются на основе гидрогеологического и гидравлического расчетов. Гидрогеологическим расчетом определяется расчетный расход (дебит) дрена и коллекторов и строятся депрессионные кривые недреняемой территории. Гидравлическим расчетом устанавливается пропускная способность водоотводящих устройств, определяются продольные уклоны, размеры (диаметры) этих устройств и скорости течения воды в них.

В случае питания подземных вод атмосферными осадками с последующей их инфильтрацией на дренируемой территории необходимо разработать комплекс мероприятий, включающий вертикальную планировку территории, организацию стока поверхностных вод и при необходимости устройство дренажной системы.

При питании грунтовых вод подземным потоком основным мероприятием по осушению территории является устройство дренажной системы.

3. Технология строительства дренажа

Строительство дренажа (производство работ)

Закрытая коллекторно-дренажная сеть на орошаемых землях, обеспечивает отвод избытка грунтовых вод, предохраняя их от засоления и заболачивания. Ее закладывают на глубину до 3...4 м с расстояниями между дренами до 100...300 м.

Для закрытого дренажа применяют трубки из различных материалов:

- гончарные;
- полимерные;
- асбестоцементные;
- бетонные;
- из древесины.

Наиболее распространены гончарные трубки, обладающие большой долговечностью. Их основной недостаток – большая масса, сложность укладки при их небольшой длине (равной обычно 0,333 м).

Бетонные и асбестоцементные трубы в зоне осушения имеют ограниченное применение из-за недолговечности в агрессивных грунтовых водах.

Трубки из древесины трудоемки в изготовлении, не долговечны и применяются в основном на торфяниках, где они лучше переносят неравномерные осадки в толще торфяного массива.

Трубки из полимерных материалов имеют следующие преимущества: малая масса, небольшие отходы при производстве работ, возможность упрощения технологии и полной механизации строительства дренажа. Однако широкое распространение пластмассового дренажа сдерживают относительно высокая стоимость трубок.

Для обкладки стыков и защиты дренажных отверстий от заиливания частицами грунта используют различные пористые материалы: мох, стекловату, стеклоткани, а для дренажной сети на оросительных системах – песок и гравий.

При высоких уровнях грунтовых вод трубчатый дренаж, строят в той же последовательности, что и открытые осушительные каналы: вначале старшую потом младшую сеть и снизу вверх против течения.

Строительство закрытого дренажа можно вести одним из трех способов:

- траншейным;
- узкотраншейным;
- бестраншейным (щелевым).

При траншейном способе роют траншеи шириной по дну 0,5 м и более, в которые можно укладывать трубки из любого материала и любым способом – специализированными укладчиками или вручную.

При узкотраншейном способе ширина траншеи обычно не более 0,25 м, что резко сокращает объем выемки, но исключает опускание рабочих в траншею и требует применения специальных машин – дреноукладчиков.

При бестраншейном способе строительства траншею не устраивают, а прорезают щель шириной около 0,2 м рабочим органом специальной дренажной машины с одновременной закладкой трубок в образующуюся кротовину. Этот способ пригоден в основном для пластмассовых трубок. При бестраншейном и узкотраншейном способах строительства затруднен контроль качества укладки трубок и невозможно устранение дефектов укладки без раскопки участков траншей.

Технология строительства закрытого дренажа

В связи с широким применением керамических трубок закрытый дренаж строят преимущественно траншейным способом. При этом необходимо выполнить следующие строительные операции:

- 1) геодезическая разбивка трасс дрен и коллекторов;
- 2) расчистка и выравнивание полосы по трассам;
- 3) транспортировка и распределение материалов по трассам;
- 4) разработка траншеи с заданным уклоном;
- 5) выравнивание дна траншеи и устройство желобка;
- 6) укладка трубок с обкладкой стыков фильтрующим материалом;
- 7) начальная присыпка трубок грунтом;
- 8) геодезический контроль уклона дрен;
- 9) обратная засыпка траншей грунтом;
- 10) строительство смотровых колодцев, устьев закрытых коллекторов.

При работе специализированных дреноукладчиков наиболее трудоемкие операции выполняют одновременно с полной или частичной их автоматизацией. Серийными дреноукладчиками (ЭТЦ-202) укладывают керамические трубки диаметром до 100...150 мм.

Дреноукладчики на базе многоковшовых траншейных цепных экскаваторов оснащены устройствами, обеспечивающими заданный уклон дрен. Наиболее надежны и распространены копирные системы обеспечения уклона:

- 1) по тросу, натянутому вдоль траншеи на металлических штативах с уклоном, соответствующим уклону дна траншеи;
- 2) по лучу лазера.

При отсутствии дреноукладчиков, а также при укладке трубок диаметром более 150 мм и в грунтах с включением камней, пней, корневищ траншеи копают одноковшовыми экскаваторами (обратная лопата, драглайн), а иногда плужным каналокопателем с последующей доработкой и выравниванием дна вручную.

Обкладку фильтрующим материалом выполняют либо только в стыках (мхом, полосками стеклоткани, стекловатой – вручную), либо по всей длине укладываемых дренажных труб (стеклотканью – дреноукладчиком).

Во избежание смещения гончарных трубок применяют специальные соединительные пластмассовые муфты с мелкими отверстиями и защитно-фильтрующим материалом, обеспечивающим поступление воды в дренаж без ее заиливания. Соединение муфтами проводят на поверхности земли при подаче трубок в бункер дреноукладчика.

Сразу же после обкладки должна быть сделана начальная присыпка трубок грунтом во избежание их смещения. Для присыпки следует использовать пористый рыхлый грунт. В песчаных и хорошо фильтрующих грунтах для присыпки трубок можно срезать грунт со стенок траншеи.

В процессе укладки трубок периодически осуществляют контроль за соблюдением заданного уклона дрены, используя различные инструменты (длинные и короткие Г-образные визирки; геодезические рейки и планки с уровнем). Окончательно точность укладки трубок перед засыпкой проверяют нивелировкой.

Грунтом траншею засыпают только после тщательного контроля качества укладки. Засыпку производят в основном бульдозерами с поворотным отвалом. При засыпке дренажосушителей не допускается уплотнение грунта, в том числе и проходами гусениц или колес машин по траншее.

Бестраншейную укладку пластмассовых трубок на глубину до 2 м ведут после геодезической разбивки трасс и подготовки полосы с помощью специализированных дренажукладчиков с выдерживанием заданного уклона по тросу или по лазерному лучу. Для повышения осушающего действия дренажа в прорезаемую щель рекомендуется засыпать или закладывать хорошо фильтрующий материал.

Для сплошной обкладки трубок применяют только синтетические материалы (стеклоткань, стекловата), которыми дренажные трубки обертывают чаще всего до укладки и реже в процессе укладки. Бестраншейным способом можно укладывать трубки диаметром до 75 мм. Пластмассовые трубки большего диаметра укладывают узкотраншейным или траншейным способом.

Лекция №9

Борьба с оползнями.

Оползни, обвалы, сели, снежные лавины — достаточно своеобразные физико-геологические явления, которые объединяет одно очень важное свойство, являющееся причиной наиболее активного периода их развития, — потеря устойчивости тем или иным физическим телом (массой грунта, скальных пород или сне

га), выражающаяся в движении этих тел к базису эрозии.

Все эти явления встречаются не так часто, как, например, многолетнемерзлые грунты или болота. Они характерны для местностей с активным рельефом и имеют локальное распространение. Нередко активная зона этих явлений захватывает жизненно важные территории (города и поселки, железнодорожные пути и т.д.), а сами они носят характер катастроф. Достаточно вспомнить массовые оползни и обвалы во время землетрясения в Крыму в 1927 г., гибель в Казахстане оз. Иссык, буквально «выдавленного» из своей чаши мощным селом в 1952 г., разрушительные последствия схода снежных лавин в Грузии зимой 1987 г. и другие стихийные бедствия. Наиболее сильные из этих бедствий связаны не только со значительным ущербом для народного хозяйства, но и с человеческими жертвами. Все это и предопределяет важность борьбы с оползнями, обвалами, селевыми потоками и снежными лавинами.

Нередко оползни и обвалы — результат другого, еще более грозного природного явления — землетрясений, а селевые потоки и снежные лавины активизируются во время таяния снега в горах, сильных ливней, вызывающих паводки. Поэтому задачи инженерной подготовки территории в отношении этих физико-геологических явлений носят комплексный характер, не ограничиваясь мерами по борьбе с ними, включают и профилактические мероприятия, направленные на снижение разрушительной силы паводка, на отвод талых вод и ливней от путей прохождения возможных селя или лавины и т.д.

Борьба с оползнями

Под **оползнями** понимается смещение земляных масс вниз по склону под влиянием силы тяжести. Это явление происходит при нарушении устойчивости толщи грунта, т.е. в том случае, когда по каким-либо причинам возникшие в массе грунта вблизи склона сдвигающие напряжения начинают превосходить напряжения, которым может противостоять грунт.

Оползневые явления имеют место на склонах гор и на крутых берегах рек, морей, водохранилищ. Наиболее распространены оползни на Черноморском побережье Кавказа и Крыма, на крутых склонах вдоль Днепра, Волги и других рек. Они характерны для

береговых откосов в Одессе, Волгограде, Саратове, Киеве. Оползневые явления наблюдаются в долине р. Москвы и ее притоков в районе Ленинских гор, Кунцева, Сходни.

Скорость движения оползней изменяется в очень широком диапазоне: медленная — от 0,5—1,5 м/год до 1,5 м/мес; быстрота — от 1,5 м/сут до 3 м/с. На территориях городов, поселков и сельских населенных пунктов при наличии застройки и инженерных сооружений оползни представляют большую опасность, так как при движении грунта оползневого склона возможны осадки, нарушение нормальной работы и полное разрушение зданий, сооружений и инженерных коммуникаций. Оползни представляют угрозу и на городских территориях, часто нарушая и затрудняя эксплуатацию автомобильных дорог и железнодорожных линий, повреждая промышленные объекты, деформируя мосты и пр.

1. Виды оползней и причины их образования.

Виды оползней и причины их образования. Оползни — наиболее широко распространенный вид нарушений равновесия земляных масс, к которым относятся также обвалы, осыпи, селевые потоки. Обвалы, вывалы, осыпи характеризуются относительно неожиданным проявлением. Чаще всего они происходят на крутых склонах, сложенных жесткими породами с развитой трещиноватостью в результате накопления продуктов разрушения горных пород. Эти камнепады зачастую вызываются незначительными причинами — звуком отдаленного взрыва или грома, выстрелом и даже громким криком. Наиболее часты они на трассах горных автомобильных и железных дорог, где могут появляться и от воздействия вибрации.

Существует достаточно широкая классификация оползней. По границе раздела пород или смещения в наносах выделяют поверхностные с глубиной захвата до 2—

3 м и оползни наносов по наносам в однородных породах с глубиной захвата до 20 м и более. К первой группе относятся сплывы (смещение почвенно-растительного покрова по подпочве); оплывины (делювий по коренным породам); осовы (насыщенные водой слои по основанию). Ко второй группе можно отнести смещение по наклонной поверхности слоев и оползни коренных пород по коренным породам (рис. 47).

По возрасту и существующему состоянию оползни подразделяют на действующие, к которым относятся свежие (новые), старые, возобновившиеся и недействующие — старые, древние, ископаемые.

Причины образования оползней или природа оползневых явлений весьма разнообразны. Поскольку оползневой склон или откос находятся в состоянии предельного

равновесия, то нарушение этого состояния может быть вызвано или увеличением сдвигающих сил, или уменьшением сил сопротивления, часто совместным их воздействием.

Увеличение сдвигающих сил может происходить в результате пригрузки склона возводимыми на нем сооружениями, увеличения массы самой толщи грунта, возрастания крутизны склона и т.д. Уменьшение сил сопротивления вызывается уменьшением объема и массы удерживающих масс вследствие подмыва или подрезки основания склона, устройства выемок поперек склона и т.д.

Помимо процессов выветривания на нарушение устойчивости склонов наибольшее влияние оказывают поверхностные и подземные воды, что проявляется в дополнительном увлажнении и ослаблении грунтовых масс, ослаблением действующих в грунте сил сопротивления трения, в выносе песка из подстилающей толщи. Активизации оползневых явлений способствуют воды водотоков и водоемов, подмывающие и размывающие упорную часть склона, а также смачивающие толщу склона при повышении уровня воды. На образование оползней часто влияют сейсмические явления.

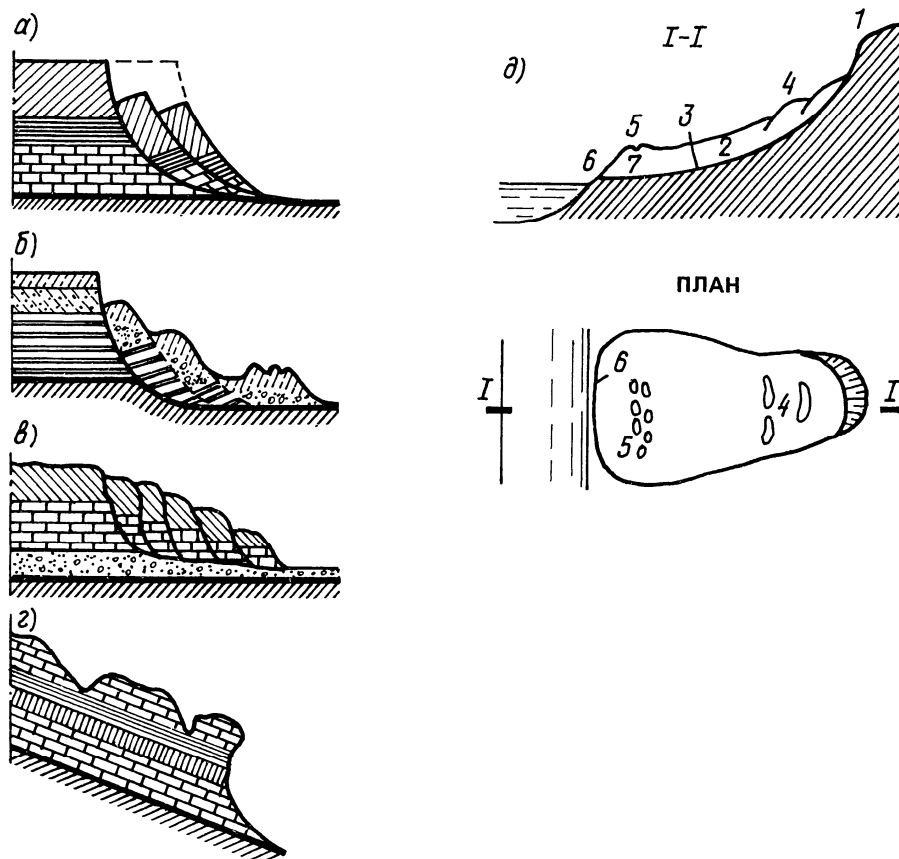


Рис. 47. Виды оползней

а — оползень ступенчатый; *б* — оползень выдавливания; *в* - суффозионный оползень; *г* - оползень контактный; *д* — схема оползневого склона в плане и разрезе; 1 — недоползневой уступ; 2 — тело оползня; 3 — плоскость скольжения; 4 — трещины

скольжения (оползневые ступени); 5 — трещины выпучивания; 6 — нижняя граница оползня (базис скольжения); 7 — естественный контрфорс склона

Оползни могут образоваться и в результате хозяйственной деятельности — дополнительного обводнения склона, распашки, уничтожения растительности, подсечки склона, увеличения нагрузки.

При оценке территорий для жилищного, промышленного и зеленого строительства к благоприятным относятся территории, оползни на которых отсутствуют. Градостроительное использование таких территорий возможно лишь после осуществления мероприятий по укреплению оползневых склонов. Стоимость противооползневых мероприятий достигает весьма значительных размеров — удорожание строительства до 200 % и более.

При значительном распространении активных оползней территорию характеризуют как особо неблагоприятную. И все же потеря ценных в градостроительном отношении территорий, например, вдоль морского побережья, водохранилищ или крупных рек, а в особенности при уже существующих сооружениях или застройке крайне нежелательна, что вынуждает включать оползневые склоны в селитебную территорию города и принимать соответствующие меры по борьбе с этим явлением.

2. Мероприятия по стабилизации оползневых склонов.

Основные задачи инженерной подготовки оползневых территорий: обеспечение стабильного состояния

оползневого склона, т.е. сохранение равновесия всех действующих сил, и создание условий для использования оползневого склона и прилегающих территорий в градостроительных целях (застройка, парки и сады, дороги и т. д.).

Противооползневые мероприятия разделяются на профилактические и коренные, причем перечень таких мероприятий весьма велик. Задача профилактических мер заключается в сохранении стабильного состояния оползня, коренных — в устранении основных причин образования оползня.

Наибольшее значение в противооползневых мероприятиях придается организации стока поверхностных вод и дренированию, поскольку они одна из основных причин возникновения оползневых явлений.

Для предотвращения подмыва откосов на морях, водохранилищах и реках применяют волноотбойные стенки из бетона и железобетона, волноломы и буны, производят укрепление берегов, в том числе подпорными стенками — набережными.

Целесообразность проведения противооползневых мероприятий определяется степенью его соответствия основной причине оползневого явления. Например, при

местных вывалах достаточно расчистить откос и сбросить камни, находящиеся в неустойчивом состоянии. В более сложных случаях необходимо устройство улавливающих стенок, анкерование угрожающих падением каменных массивов металлическими анкерами, укладка проволочных сетей и пр.

В качестве основных противооползневых мероприятий применяются: организация стока поверхностных вод в зоне оползней и прилегающей к ней городской территории; понижение уровня грунтовых вод путем сооружения открытых и закрытых дренажных систем; ограждение откосов и защита их от подмыва и размыва проточными водами рек или волнами водоемов; **уполаживание** откосов и их пригрузка; посадка зеленых насаждений по верху откоса и на оползневом склоне; искусственное закрепление масс оползня, искусственные сооружения для удержания грунтовых масс.

Организация стока поверхностных вод обеспечивает перехват их с прилегающих к оползневому склону территорий и не допускает попадания в тело оползня. Поверхностные воды перехватываются лотками или закрытыми водостоками и сбрасываются в водоем, минуя оползневой склон. Нагорные канавы устраиваются на расстоянии 6—10 м от откоса. При необходимости сброса воды открытой системой через оползневой склон устраиваются укрепленные лотки, конструкция которых предусматривает возможность некоторой деформации (рис. 48).

При дренировании оползневого склона используют два типа дренажей: головной, перехватывающий грунтовые воды выше склона, и откосный дренаж для осушения тела оползня.

Основной дренаж проходит вдоль верхней бровки откоса. Перехватывая грунтовые воды, головной дренаж предотвращает вынос частиц грунта, смачивание плоскости скольжения и осушает тело оползня. Применяется открытый дренаж, горизонтальный трубчатый, а при значительной мощности водоносного слоя — дренаж галерейного типа (проходной и полупроходной). Откосный дренаж представляет собой систему открытых канав небольшой глубины, расположенных непосредственно по откосу (рис. 49).

Сопротивление движению оползня достигается устройством подпорных стенок, свайных рядов, контрфорсов (железобетонные тонкостенные корпуса, которые заполняются после установки песком и закрываются плитами), контрбанкетов, отсыпаемых в нижней части оползня из перемещенного с верхних оползневых террас грунта при уполаживании склонов или из песка и др. (рис. 50).

Подпорные стенки, как правило, используют при малой мощности оползающего слоя. При этом они должны быть заложены на устойчивой, не затронутой оползневым

движением толще, т.е. ниже поверхности скольжения. Иначе подпорная стенка может сместиться вместе с откосом.

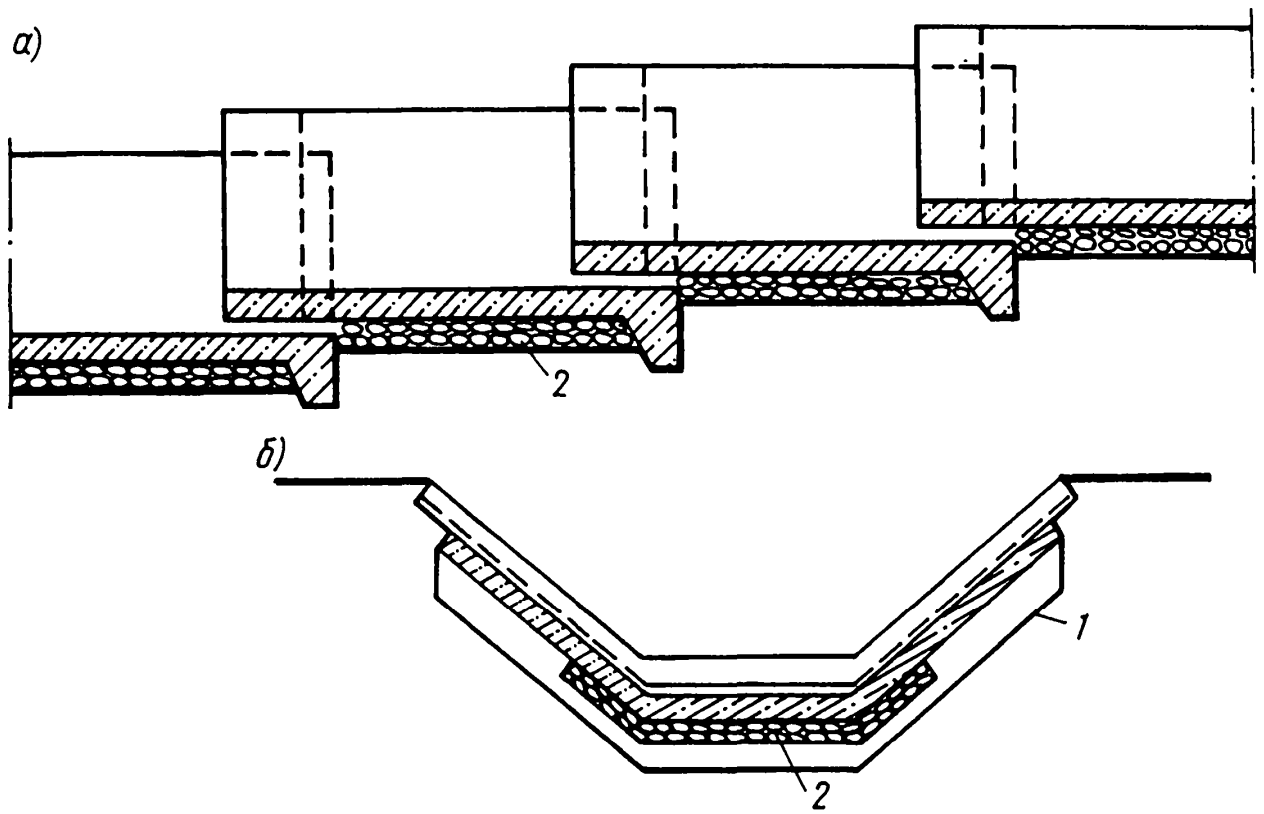


Рис. 48. Железобетонный телескопический лоток:

а — продольный разрез; *б* — поперечное сечение; 1 — контур основного зуба лотка; 2 — невеночная подготовка

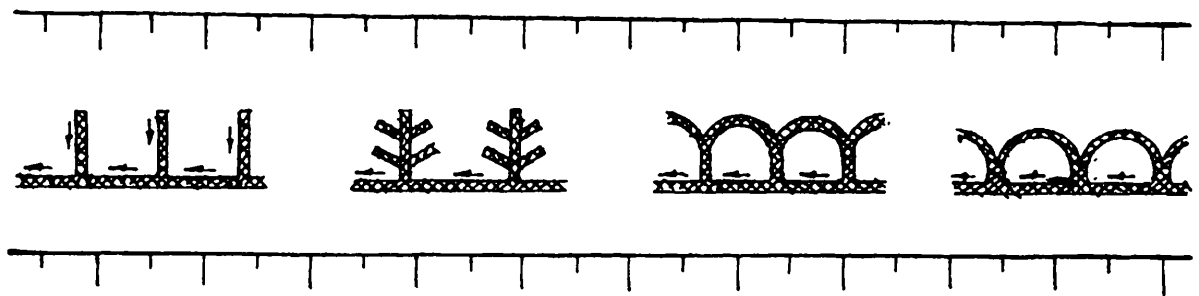


Рис. 49. Откосные дренажи

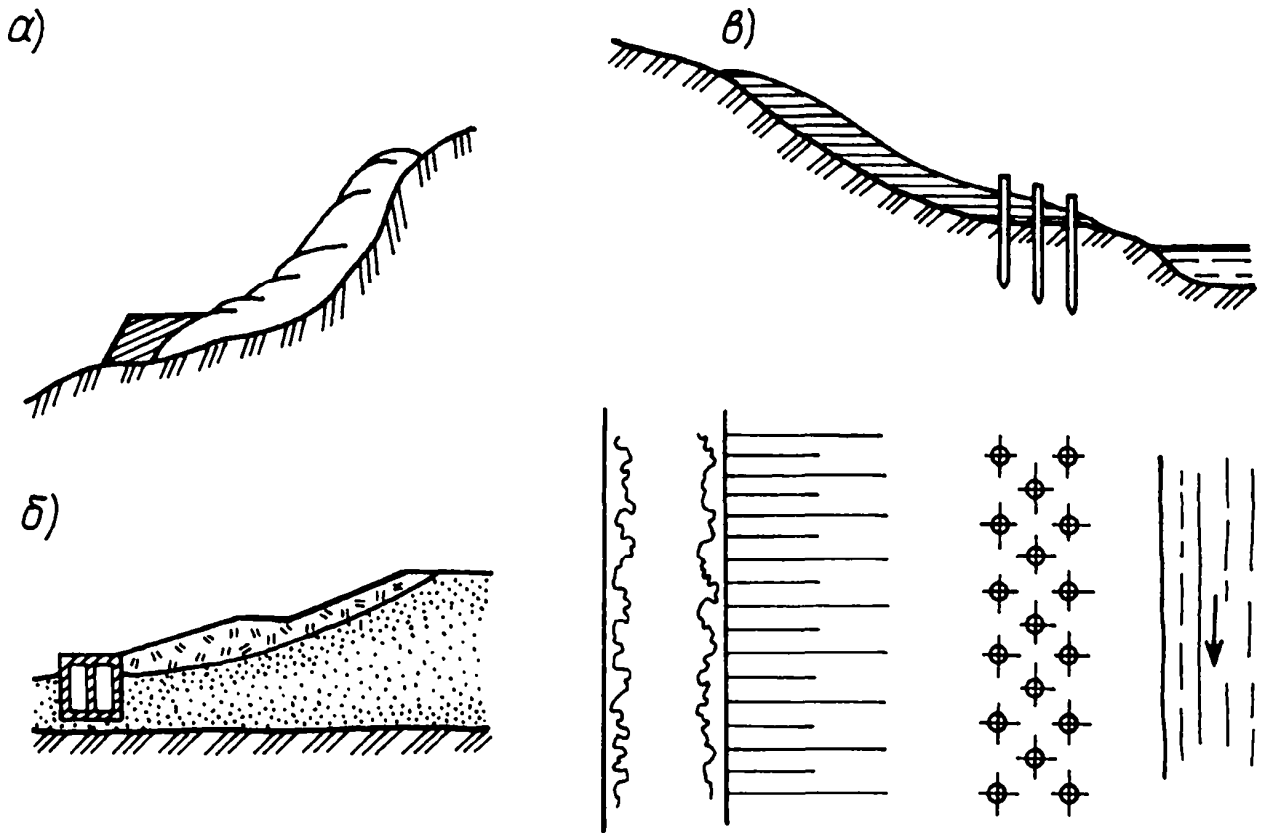
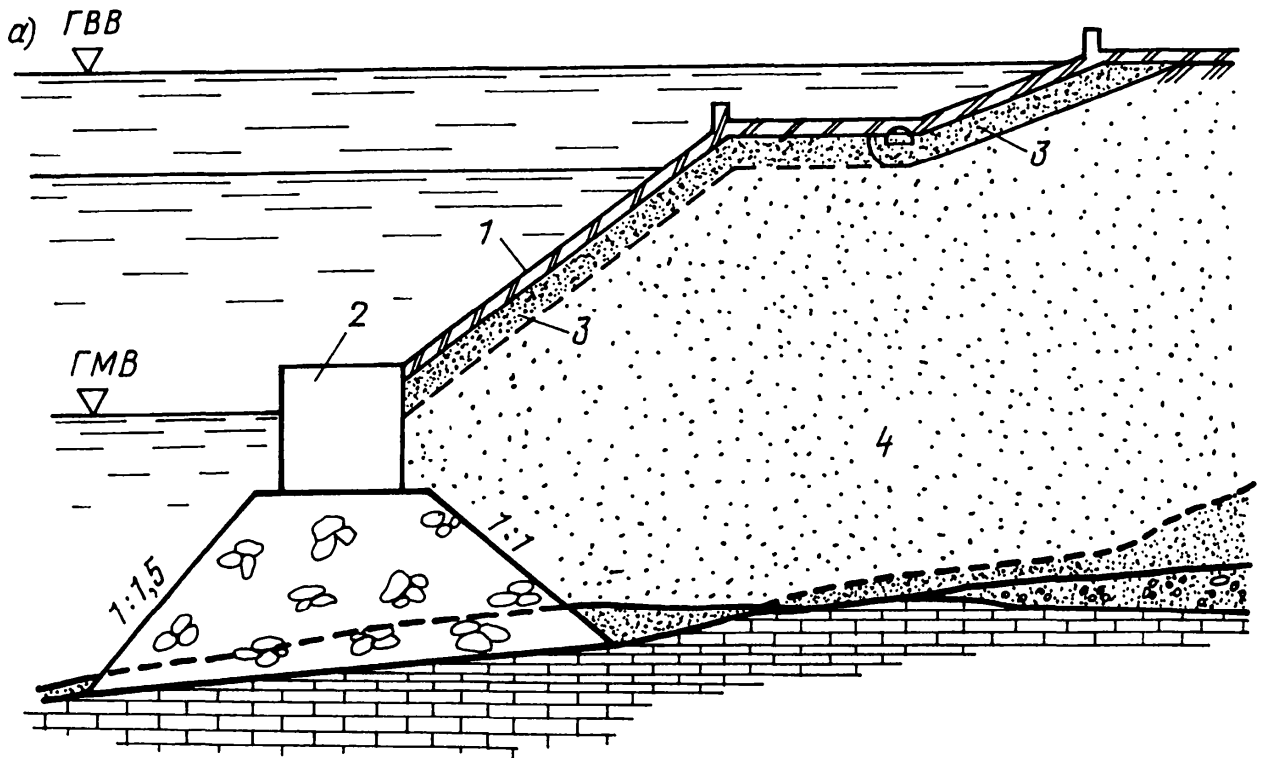


Рис. 50. Устройства для сопротивления движению оползня: а — контрбанкет; б — контрфорс; в — свайные ряды



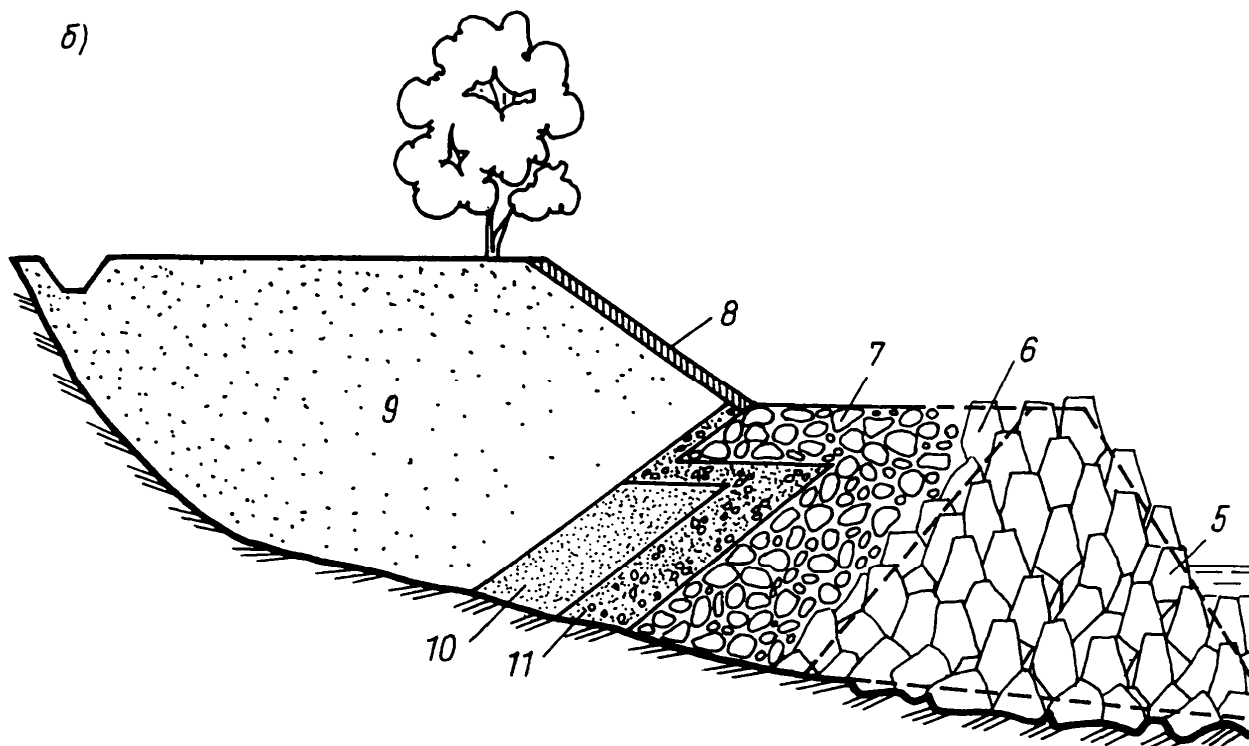


Рис. 51. Противооползневые береговые укрепления:

а - контрфорс с упорным поясом из массивов-гигантов; **в** - укрепление из тетраподов; **1** - откосное крепление из сварного железобетона; **2** - массивы-гиганты на каменной постели; **3** - фильтровая подготовка под откосным креплением; **4** - тело противооползневого контрфорса из намывтого песка; **5** кладка из тетраподов массой 7,5 т; **6** - наброска из тетраподов массой 1,5 т; **7** - штучный камень крупностью 30-35 см; **8** - крепление сборным железобетоном; **9** - противооползневой контрфорс из местного грунта; **10** - мелкозернистый песок; **11** - однослойный обратный фильтр.

В последнее время достаточно часто используют противооползневые контрфорсы из железобетонных массивов – корпусов, которые после их установки заполняются песком. В качестве береговых укреплений, защищающих контрфорсы или контрбанкеты от размыва, используются тетраподы, укладываемые рядами по высоте (рис. 51).

В некоторых случаях возможно использование специальных мероприятий – просушивание тела оползня воздухом при открытой сети канав или подаваемым по трубам горячим газом; обжиг оползня; цементация или силикатизация – нагнетание под давлением цемента или жидкого стекла в трещины, скважины и др.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература (библиотека СГАУ)

1. **Белецкий, Б. Ф.** Технология и механизация строительного производства [Электронный ресурс] / Б. Ф. Белецкий. - 4-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2011. - 752 с. - ISBN 978-5-8114-1256-3.
2. **Белецкий, Б. Ф.** Строительные машины и оборудование [Электронный ресурс] / Б. Ф. Белецкий, И. Г. Булгакова. - 3-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2012. - 608 с. - ISBN 978-5-8114-1282-2.
3. **Варламова, Т. В.** Инженерное обустройство территорий : учебное пособие / Т. В. Варламова, О. В. Михеева. - Саратов : ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2011. - 84 с. - ISBN 978-5-7011-0705-0
4. **Николаевская И. А.** Благоустройство территорий: Учеб. пособие [Текст] : учебное пособие / И.А. Николаевская. - М. : Академия, 2002. - 268 с. : ил.
5. **Теодоронский В.С.** Строительство и эксплуатация объектов ландшафтной архитектуры : учебник / В. С. Теодоронский, Е. Д. Сабо, В. А. Фролова. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2007. - 352 с. : ил. - (Высшее проф. образование. Ландшафтное строительство). - ISBN 978-5-7695-4151-3.

Дополнительная литература

1. **Абдразаков Ф.К., Хальметов А.А.** Учебно-методическое пособие для выполнения курсового проекта по дисциплине «Организация и технология работ по природообустройству и водопользованию» для направления подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование / Ф.К. Абдразаков, А.А. Хальметов // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ» - Саратов, 2015. – 78 с.
2. **Абдразаков Ф.К.** Организация и технология производства бульдозерных работ : метод. указ. по выполнению практ. работы / ФГОУ ВПО СГАУ, Факультет природообустройства ; сост. Ф. К. Абдразаков, Р. Н. Бахтиев, А. В. Волков. - Саратов : ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2009. - 16 с.
3. **Болдырева Л. А.** Инженерная подготовка строительных площадок и благоустройство территорий / Л.А. Болдырева, А.Л. Левинзон, Н.К. Миропольская и др. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Строиздат, 1985. – 287 с., ил.
4. **Владимиров В.В.** Инженерная подготовка и благоустройство городских территорий / Владимир В.В., Давидянц Г.Н., Росторгуев О.С., Шафран В.Л. – М.: Архитектура – С, 2004. – 240 с.
5. **Ясинецкий, В. Г.** Организация и технология гидромелиоративных работ / В. Г. Ясинецкий. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Агропромиздат, 1986. - 352 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для высших сельскохозяйственных учебных заведений).
в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, поисковые системы Rambler, Yandex:
 - Электронная библиотека СГАУ – <http://library.sgau.ru>
 - Библиотека ГОСТов и нормативных документов <http://libgost.ru>