

Белорусский национальный технический университет

Строительный факультет

Кафедра «Строительные материалы и технология строительства»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

_____ Э.И.Батяновский
_____ 2020 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета

_____ С.Н.Леонович
_____ 2020 г.

**ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА –
ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ**

Электронный учебно-методический комплекс
для студентов, магистрантов дневной
и заочной форм обучения по специальности
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

Составители: Бозылев Василий Васильевич

Шевко Владимир Викторович

Рассмотрено и утверждено

на заседании совета строительного факультета 29.06.2020 г.,
протокол N 9

Перечень материалов

В электронном учебно-методическом комплексе (ЭУМК) «Технология строительного производства - земляные работы» разработанные учебные материалы представлены в 4 разделах:

1. Теоретический раздел – содержит лекционный материал по 10 темам;
2. Практический раздел – представлены разработанные планы практических занятий, содержание раздела курсового проекта по земляным работам;
3. Раздел контроля знаний – содержит вопросы контрольного тестирования, вопросы для подготовки к экзамену по учебной дисциплине «Технология строительного производства» – разделам основы технологии строительного производства, земляные работы;
4. Вспомогательный раздел – представлена разработанная авторами утвержденная учебная программа по учебной дисциплине «Технология строительного производства» с перечнем основной и дополнительной литературы.

Пояснительная записка

Целью ЭУМК «Технология строительного производства - земляные работы» является - овладение студентами необходимыми знаниями по основам технологии строительного производства, задачам технологического проектирования, технологии производства земляных и сопутствующих работ, овладение умением решать практические задачи по обеспечению максимальной эффективности строительного производства и требуемого качества при выполнении земляных и сопутствующих работ.

В ЭУМК при изложении учебного материала предусмотрено деление его по разделам - в теоретическом разделе представлен лекционный материал, разбитый по темам, в практическом разделе представлены рекомендуемые планы практических занятий для закрепления изучаемых тем, содержание раздела курсового проекта по земляным работам.

В разделе контроля знаний представлены вопросы контрольного тестирования и экзаменационные вопросы по изучаемым темам. Во вспомогательном разделе представлена утверждённая учебная программа по дисциплине «Технология строительного производства».

При работе с ЭУМК рекомендуется после изучения лекционного материала по теме, использовать возможность самостоятельной проверки степени усвоения материала по вопросам контрольного тестирования по темам, а для преподавателей эти вопросы могут быть использованы при проведении планового контроля степени усвоения материала.

ЭУМК предназначен для студентов, магистрантов дневной и заочной форм обучения по специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство», а также может быть полезен для студентов других специальностей строительного профиля.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	4
ТЕМА 1 - Дисциплина «Технология строительного производства». Строительная отрасль, продукция, направления развития.....	4
ТЕМА 2 - Основы технологии строительного производства.....	14
ТЕМА 3 - Технологическое проектирование строительного производства.....	35
ТЕМА 4 - Транспортирование строительных грузов.....	50
ТЕМА 5 - Подготовительные и вспомогательные процессы при разработке грунта.....	66
ТЕМА 6 - Основные способы механизированной разработки грунта...	94
ТЕМА 7 - Укладка и уплотнение грунтов.....	128
ТЕМА 8 - Разработка грунта бурением, закрытые способы производства земляных работ, устройство вытрамбованных котлованов.....	149
ТЕМА 9 - Гидромеханическая разработка грунтов, производство взрывных работ.....	171
ТЕМА 10 - Производство земляных работ в зимних условиях.....	190
2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	207
2.1. Планы практических занятий.....	207
2.2. Содержание раздела курсового проекта по земляным работам	209
3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....	210
3.1. Вопросы контрольного тестирования.....	210
3.2. Перечень экзаменационных вопросов по дисциплине «Технология строительного производства», раздел «Земляные работы».....	217
4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	220
4.1. Учебная программа по дисциплине.....	220
4.2. Информационно-методическая часть. Список литературы....	254

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

ТЕМА 1

ДИСЦИПЛИНА «ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА». СТРОИТЕЛЬНАЯ ОТРАСЛЬ, ПРОДУКЦИЯ, НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ

Рассматриваемые вопросы:

1.1. Характеристика дисциплины «Технология строительного производства», ее роль в подготовке инженера-строителя.

1.2. Строительство как отрасль народного хозяйства республики Беларусь. Развитие строительного производства, строительная продукция. Основные направления технического и технологического прогресса в строительной отрасли.

1.3. Виды строительства: новое строительство, расширение действующего предприятия, реконструкция, текущий и капитальный ремонт.

1.1. Характеристика дисциплины «Технология строительного производства», ее роль в подготовке инженера-строителя

Что означает термин «Технология строительного производства»? Определение можно найти в стандарте СТБ 1900-2008 Строительство. Основные термины и определения:

«Технология строительного производства» - совокупность процессов по превращению материалов, изделий и конструкций в готовую строительную продукцию - здания и сооружения.

«Технология строительного производства» – это также научная дисциплина, разрабатывающая методы выполнения строительного-монтажных работ.

Учебная дисциплина «Технология строительного производства» является одной из технологических дисциплин, формирующих профессиональные знания и умения инженера-строителя по специальности «Промышленное и гражданское строительство».

Изучение дисциплины базируется на логической взаимосвязи и последовательности изучения инженерно-строительных дисциплин «Строительные материалы», «Строительные машины», «Архитектура промышленных и гражданских зданий», «Строительные конструкции», «Организация строительного производства», «Экономика строительства», цикла общеобразовательных и общенаучных дисциплин, а также на знаниях и

умениях, полученных студентами в процессе прохождения ознакомительной и учебной практик.

В курсе «Технология строительного производства» изучаются теоретические основы и регламенты практической реализации выполнения отдельных видов строительных, монтажных и специальных работ для возведения зданий и сооружений.

Теоретические, расчетные и практические положения дисциплины изучаются в процессе работы над лекционным курсом, на практических занятиях, при выполнении курсовых проектов, а также при самостоятельной работе с учебной и технической литературой.

Целью дисциплины является выработка у студентов системы научных и прикладных инженерных знаний, позволяющей на практике реализовать:

- выполнение отдельных видов строительных, монтажных и специальных строительных работ,
- получение продукции в виде несущих, ограждающих, отделочных и других конструктивных элементов, а также в виде законченных зданий и сооружений.
- овладение навыками выбора оптимальной технологии для возведения, ремонта, реконструкции строительных объектов в условиях выполнения работ поточными методами при широкой индустриализации производства.

Задачами дисциплины является формирование у будущих инженеров умения использовать полученные знания на практике:

- при выполнении проектных работ,
- производственном планировании,
- производстве работ на строительной площадке,
- проведении исследовательских работ по технологии строительного производства.

В результате изучения дисциплины «Технология строительного производства» специалист **должен знать:**

- основные положения и задачи строительного производства;
- виды и особенности строительных процессов при возведении зданий и сооружений;
- методы и способы технологии выполнения строительных процессов, включая обычные и экстремальные условия строительства;
- индустриальные методы возведения зданий и сооружений, основы поточного выполнения работ;
- современные технологии возведения зданий и сооружений;
- методику технологического проектирования и выбора оптимальных решений, содержание проектов производства строительного-монтажных работ;

- требования к качеству строительной продукции, обеспечение безопасных условий труда и охраны окружающей среды;

специалист **должен уметь:**

- пользоваться нормативной литературой, регламентирующей строительство (ТКП, СНБ, НЗТ);

- обоснованно выбирать методы выполнения строительного процесса и необходимые для этого машины и механизмы;

- разрабатывать технологические карты на строительные процессы в возможно короткие сроки их выполнения с высоким качеством при оптимальных затратах материальных, трудовых ресурсов и технических средств.

Изучение дисциплины призвано содействовать развитию у студентов творческого инженерно-технического мышления, способности анализировать и оценивать возникающие сложные производственные ситуации, принимать решения с учетом главнейших принципов и материалов проведения строительно-технологических исследований, перспектив развития технологии строительного производства.

Таким образом, поставленная цель и задачи дисциплины «Технология строительного производства» определяют ее место в системе инженерно-строительного образования, связи со смежными дисциплинами, формами и видами инженерно-строительной деятельности.

1.2. Строительство как отрасль народного хозяйства республики Беларусь. Развитие строительного производства, строительная продукция. Основные направления технического и технологического прогресса в строительной отрасли.

Строительство является одной из основных сфер производственной деятельности человека. В результате строительного производства создается законченная строительная продукция. По данным национального статистического комитета РБ в строительной отрасли занято более 300 тыс. человек.

Одной из систем капитального строительства является **строительное производство** – совокупность производственных процессов, осуществляемых непосредственно на строительной площадке, включая строительно-монтажные и специальные процессы в подготовительный и основной периоды строительства.

В законе «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Беларусь» даются следующие определения:

Строительство - деятельность по возведению, реконструкции, ремонту, реставрации, благоустройству объекта, сносу, консервации не законченного строительством объекта, включающая выполнение организационно-технических мероприятий, в том числе оказание инженерных услуг в строительстве, подготовку разрешительной и проектной документации, выполнение строительно-монтажных, пусконаладочных работ.

Строительство – отрасль материального производства, в которую входят:

- изыскательские, научно-исследовательские, проектные организации;
- предприятия строительной промышленности, строительные и монтажные предприятия;
- снабженческие организации, базы автотранспорта и строительных машин.

Строительное производство – совокупность деятельности строительных, монтажных, снабженческих организаций в ходе производственного процесса выпуска продукции в виде готовых к эксплуатации зданий и сооружений.

Конечным результатом выполнения совокупности строительных процессов является **строительная продукция**, под которой следует подразумевать отдельные части строящихся объектов и законченные здания и сооружения.

В народнохозяйственных планах под строительной продукцией подразумевают введенные в эксплуатацию промышленные предприятия и цехи, жилые дома, здания общественного назначения и другие, вновь построенные и реконструированные объекты.

К общему случаю к строительной продукции можно отнести:

- готовые здания и сооружения;
- строительные конструкции и материалы;
- строительные услуги подрядчика;
- проектно-изыскательскую и научно-исследовательскую документацию.

Рассмотрим **особенности строительной продукции**:

- стационарность как в период создания, так и в течение всего срока эксплуатации;
- продолжительный жизненный цикл строительной продукции;
- высокую капиталоемкость строительной продукции;
- преобладает индивидуальный, а не массовый подход в создании и реализации объектов строительства;
- необходима четкая процедура финансирования в связи с длительным сроком воспроизведения продукции;

-создание каждой единицы продукции требует вовлечения большого количества организаций - проектных, транспортных, изготовителей строительных материалов и др.

Строительное производство в свою очередь объединяет две подсистемы – **технологии строительного производства** и **организацию строительного производства**, – каждая из которых имеет свою сущность и научные основы.

Производственный процесс возведения здания или сооружения представляет собой интеграцию строительных технологий. Строительные технологии составляют сущность строительного производства, их технико-экономический уровень является показателем эффективности и современности строительства.

В строительстве, как одной из базовых отраслей экономики, происходят серьезные структурные изменения. Увеличилась доля строительства объектов непромышленного назначения, значительно возросли объемы реконструкции зданий, сооружений, городских микрорайонов, а также требования, предъявляемые к качеству работ, защите окружающей среды, продолжительности инвестиционного цикла сооружения объекта.

Возникают новые взаимоотношения между участниками строительства, появляются элементы состязательности и конкуренции. В условиях рыночной экономики несоизмеримо более ощутимыми становятся последствия принимаемых строителями организационно-технологических и управленческих решений.

Происходящие изменения должны сопровождаться преобразованием систем организационно-технологической подготовки, проектирования, формирования и управления строительными технологическими процессами на строительном объекте. Эти изменения не могут не коснуться и системы подготовки специалистов для строительной отрасли.

Современный научно-технологический уровень развития общества с одной стороны диктует новые, как правило, повышенные требования к строительному производству, с другой стороны, раскрывает новые возможности в его совершенствовании и обновлении.

Основные принципы, которые в настоящее время закладываются в основу строительного производства, являются: системность, безопасность, гибкость, ресурсосбережение, качество и эффективность.

Системность означает рассмотрение производственного процесса строительства объекта как единой строительной системы, имеющей сложную иерархическую структуру, состоящую из большого количества элементов, связанных друг с другом и внешней средой конструктивными, технологическими, организационными и экономическими связями.

Безопасность представляет собой принцип, обеспечивающий

соответствие объемно-планировочных, конструктивных, организационно-технологических решений, принимаемых при строительстве и эксплуатации объекта, условиям окружающей природной и социальной среды и гарантирующее устойчивость объекта, в том числе, в случае возникновения чрезвычайных и экстремальных ситуаций.

Гибкость означает способность производственного процесса возведения объекта адаптироваться к часто меняющимся условиям производства работ на площадке, реагировать на изменение организационных, технологических и ресурсных параметров в широком диапазоне и при этом достигать конечного результата с сохранением проектных показателей.

Ресурсосбережение представляет собой принцип, направленный на оптимизацию и экономию расходования материальных, энергетических, трудовых, финансовых ресурсов на всех этапах создания строительного объекта.

Качество означает соответствие всех параметров строительных процессов проектным значениям, а также действующим нормам, стандартам, регламентам, на основе системы непрерывного контроля на всех этапах строительства и эксплуатации объекта.

Эффективность представляет собой количественную оценку величины соответствия запроектированных параметров строительства объекта конечным или промежуточным показателям, определяющим стоимость, сроки, качество, расход ресурсов при создании строительной продукции.

Каковы **основные направления технического и технологического прогресса** в строительной отрасли?

Научно-технический прогресс — это постоянный процесс совершенствования орудий и предметов труда, внедрения прогрессивной технологии и эффективных форм организации строительного производства и труда.

Современный этап развития строительного комплекса подразумевает реализацию принципов индустриализации, комплексной механизации. Дадим определения этих принципов:

Индустриализация строительства — процесс возведения зданий и сооружений на основе комплексной механизации и автоматизации производственных процессов на строительстве или путем переноса процессов сооружения объекта со строительной площадки в заводские условия.

Современное строительное производство основано на использовании широкого комплекса средств механизации. Различают **три стадии механизации** строительного производства:

- частичную;
- комплексную;
- автоматизацию.

Частичная механизация - это такая форма механизации, когда с помощью машин выполняют только наиболее трудные операции и процессы.

Комплексной механизация – форма механизации при которой производственные и транспортные процессы осуществляют комплектом машин и механизмов, взаимно согласованных по производительности и основным параметрам. Производство работ в этом случае представляет собой целый непрерывный технологический процесс.

Автоматизация - это высший этап машинного производства, когда все производственные операции и процессы выполняют с помощью машин и приборов.

Главные направления научно-технического прогресса в строительстве, обеспечивающие увеличение продуктивности труда и улучшение качества продукции:

- увеличение уровня механизации и автоматизации строительного производства;
- использование более производительных машин и механизмов;
- создание и массовое применение новых, прогрессивных материалов;
- совершенствование объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений;
- совершенствование технологии строительного производства, внедрение автоматизированных систем организации труда;
- модернизация методов планирования и экономического стимулирования строительного производства.

Эти направления научно-технического прогресса обеспечивают дальнейшую индустриализацию строительства.

1.3. Виды строительства: новое строительство, расширение действующего предприятия, реконструкция, текущий и капитальный ремонт

Терминология и определения в этом вопросе регламентируются нормативными документами - ТКП 45-1.01-4-2005 (изм. 1-4) «Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Национальный комплекс технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства. Основные положения», а также Законом Республики Беларусь «О внесении дополнений и изменений в некоторые законы Республики Беларусь по вопросам архитектурной, градостроительной и строительной деятельности» от 30.11.2010 г. № 196-З

Термин «строительство» включает следующие понятия и содержание:

- строительство – отрасль материального производства, в которой создаются основные фонды производственного и непроизводственного назначения;

– строительство – процесс возведения зданий и сооружений, а также работы по их ремонту.

Дадим определения понятий здание и сооружение:

– **Здание** – строительное сооружение, состоящее (по мере необходимости) из наземной и подземной частей, с помещениями для проживания и (или) деятельности людей, размещения производств, хранения продукции или содержания животных.

– **Сооружение** – единичный продукт строительной деятельности, предназначенный для осуществления определенных потребительских функций (плотина, мост, автомобильная дорога, ЛЭП, ...) для временного пребывания и перемещения людей.

Капитальное строительство является важнейшей составляющей отрасли материального производства. Капитальное строительство обеспечивает во всех отраслях хозяйственного строительства расширенное воспроизводство основных фондов страны на базе научно-технического прогресса для удовлетворения постоянно растущих материальных и духовных потребностей людей. К капитальному строительству **относятся** новое строительство, расширение, реконструкция и техническое перевооружение действующих предприятий, зданий и сооружений.

Новое строительство – совокупность работ, в том числе строительно-монтажных, пусконаладочных, на новых площадках, результатом которых является создание новых зданий и сооружений.

Новое строительство – это строительство предприятия, здания, сооружения, осуществляемое на новых площадках по первоначально утвержденному проекту. Если последний пересматривается в период строительства до ввода в действие мощностей, обеспечивающих выпуск основной конечной продукции, продолжение строительства предприятия (зданий, сооружений) по измененному проекту также относится к новому строительству.

Расширение действующего предприятия – строительство по новому проекту вторых и последующих очередей действующего предприятия, дополнительных или новых производственных комплексов и производств либо расширение существующих цехов основного производственного назначения со строительством новых или увеличением пропускной способности действующих вспомогательных и обслуживающих производств и коммуникаций на территории действующего предприятия или примыкающих к ней площадках.

Реконструкция действующего предприятия – совокупность работ, в том числе строительно-монтажных, пусконаладочных, и мероприятий,

направленных на использование по новому назначению объекта и (или) связанных с изменением его основных технико-экономических показателей и параметров, в том числе с повышением потребительских качеств, определяемых техническими нормативными правовыми актами, изменением количества и площади помещений, строительного объема и (или) общей площади здания, изменением вместимости, пропускной способности, направления и или места расположения инженерных, транспортных коммуникаций (замена их участков) и сооружений на них.

Видом реконструкции является модернизация. **Модернизация** - совокупность работ и мероприятий, связанных с повышением потребительских качеств зданий, сооружений, коммуникаций, их частей и (или) элементов, с приведением эксплуатационных показателей к уровню современных требований в существующих габаритах.

Модернизация проводится в существующих габаритах зданий, сооружений, коммуникаций. При модернизации может осуществляться изменение планировки, без изменения назначения отдельных помещений, устройство встроенных помещений для лестничных клеток, лифтов, мусоропроводов, выполнение балконов, лоджий, замены отдельных видов несущих конструкций (стен, лестниц, перекрытий, покрытий), улучшение архитектурной выразительности здания, переустройство крыш, утепление и шумоизоляция зданий, оснащение недостающими видами инженерного оборудования или повышение его уровня, переустройство наружных сетей (кроме магистральных).

Техническое перевооружение действующего предприятия – осуществление мероприятий (без расширения имеющихся производственных площадей) по повышению до современных требований технического уровня производства.

Ремонт зданий, сооружений и конструкций – это работы по восстановлению до проектного уровня утраченных ими при эксплуатации свойств. Различают ремонты:

Текущие ремонты - совокупность работ, в том числе строительно-монтажных, пусконаладочных, и мероприятий по предупреждению износа, устранению мелких повреждений и неисправностей, улучшению эстетических качеств объекта. При текущем ремонте производится устранение мелких неисправностей, которые возникают при эксплуатации здания, сооружения или конструкции, практически не препятствующих выполнению зданием, сооружением и их элементами заданных функций. В свою очередь текущий ремонт может быть плановым, профилактическим, текущим или непредвиденным (аварийным).

Капитальные ремонты - совокупность работ, в том числе строительно-монтажных, пусконаладочных, и мероприятий по восстановлению утраченных в процессе эксплуатации и (или) улучшению конструктивных, инженерных технических, эстетических качеств объекта строительства, осуществленных путем восстановления, улучшения и (или) замены отдельных конструкций, деталей, инженерно-технического оборудования, элементов объекта строительства.

При капитальном ремонте производится замена и восстановление разрушенных частей, конструкций и оборудования зданий или сооружений. При комплексном капитальном ремонте восстанавливают все изношенные и поврежденные части, конструкции и оборудование зданий или сооружений, а при выборочном капитальном ремонте – лишь отдельные.

Рассмотрим определения понятий снос и реставрация:

Снос - освобождение строительной площадки от находящихся на ней объектов недвижимого имущества, а также незаконсервированных не завершенных строительством объектов, осуществляемое путем демонтажа конструкций в целях их дальнейшего использования и (или) с применением разрушающих технологий при нецелесообразности или невозможности их дальнейшего использования;

Реставрация объекта (реставрационно-восстановительные работы) - совокупность работ, в том числе строительно-монтажных, пусконаладочных, и мероприятий по воссозданию нарушенного первоначального облика недвижимых материальных историко-культурных ценностей, включая здания, сооружения, их комплексы, части, выполняемых на основе специальных исследований их исторической достоверности и архитектурно-художественной ценности, а также научно-проектной документации.

Рекомендации для студентов:

Степень усвоения темы можно проверить, ответив на вопросы контрольного тестирования - раздел 3 «Контроль знаний»

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Рассматриваемые вопросы:

2.1. Строительные работы и процессы, формы организации труда строительных рабочих.

2.2. Технические нормативные правовые акты, регламентирующие строительство.

2.3. Основные направления применения прогрессивных методов строительства, материалов и конструкций. Система управления качеством строительства.

2.1. Строительные работы и процессы, формы организации труда строительных рабочих

Деятельность человека характеризуется последовательностью действий, направленных на достижение цели. Для выражения такой деятельности употребляют термин «процесс», что означает прохождение, продвижение.

Процессы различают - материальные и информационные. **Материальные процессы** направлены на изменение состояния материальных предметов производства, что приводит к созданию продукции. **Информационные процессы** совершаются с идеальными предметами (цифры, информация и т. п.). Результаты информационных процессов служат основой для выполнения материальных процессов, особенно для их проектирования, принятия решений, подготовки, управления и др.

Для технологии строительного производства характерны материальные процессы, которые называют **строительными процессами**. В строительных процессах участвуют рабочие (**труд**), используются технические средства (**орудия труда**), с помощью которых из материальных элементов (**предметов труда**) создается **строительная продукция**. С помощью орудий труда рабочие воздействуют на предмет труда. Для этой цели применяются различные механизированные инструменты, строительные машины, вспомогательные устройства и приспособления, например, леса и подмости, навесные лестницы и т. д.

Строительные процессы характеризуются своими особенностями, что обусловлено стационарностью строительной продукции:

- при выполнении строительных процессов рабочие и технические средства **перемещаются**, а возводимые здания и сооружения остаются **неподвижны**;
- возводимые здания и сооружения имеют, как правило, **значительные габариты** и массу;
- **многообразием** строительной продукции: возводимые здания и сооружения различаются по производственным и эксплуатационным характеристикам, форме, размерам, расположением по отношению к дневной поверхности земли и др.;
- использованием **разнообразных материальных элементов**: при возведении зданий и сооружений находят применение самые различные материалы, полуфабрикаты, детали и изделия, при технологическом воздействии на которые создается строительная продукция;
- **природно-климатическими условиями**: здания и сооружения возводят в различных геологических и климатических условиях и др.

Эффективность строительного производства во многом определяется организационными положениями и формами выполнения всех процессов, сопутствующих созданию строительной продукции.

В современном индустриальном строительстве технологические процессы строительного производства делят на две группы: **внеплощадочные процессы** и **процессы, производимые на строительной площадке**.

Процессы строительного производства делят по технологическим признакам на заготовительные, транспортные, подготовительные и монтажно-укладочные.

Заготовительные процессы обеспечивают строящийся объект полуфабрикатами, деталями и изделиями. Эти процессы выполняют обычно на специализированных предприятиях (заводах сборного железобетона, заводах товарного бетона и др.), но также и в условиях строительной площадки (приобъектные бетонорастворные узлы, приобъектные арматурные цеха и др.).

Транспортные процессы обеспечивают доставку материальных элементов и технических средств строительных процессов к местам возведения конструкций. При этом транспортные процессы вне строительной площадки осуществляются общестроительным транспортом (от предприятий-изготовителей до складов строительной площадки или непосредственно к месту укладки), а внутри строительной площадки – приобъектными средствами транспорта. Транспортным процессам обычно сопутствуют процессы погрузки-разгрузки и складирования.

Подготовительные процессы предшествуют выполнению монтажно-укладочных процессов и обеспечивают их эффективное выполнение (например, укрупнительная перед монтажом сборка конструкций, предварительное перед монтажом обустройство монтируемых конструкций вспомогательными приспособлениями и др.).

Монтажно-укладочные процессы обеспечивают получение продукции строительного производства. Монтажно-укладочные процессы могут быть охарактеризованы по ряду признаков.

По значению в производстве процессы могут быть ведущими и совмещенными. **Ведущие процессы** определяют развитие и выполнение строительства объекта. **Совмещенные процессы**, технологически непосредственно не связанные с ведущими процессами, могут осуществляться параллельно с ними. Совмещение процессов позволяет значительно сокращать продолжительность строительства.

Процессы классифицируются также по степени участия машин и средств механизации при их исполнении. **Механизированные процессы** выполняются с помощью машин. Рабочие здесь лишь управляют машинами и обслуживают их. **Комплексно-механизированными** называются процессы, в которых все входящие в их состав технологические процессы полностью механизированы.

Полумеханизированные процессы характеризуются тем, что в них наряду с применением машин используется ручной труд. **Ручные процессы** выполняются инструментами.

Можно также выделить **автоматизированные** процессы, в которых использованы средства автоматизации. **Автоматическими** процессами называют такие, которые полностью управляются, регулируются и контролируются автоматами.

В зависимости от сложности производства трудовые процессы могут быть простыми и комплексными. **Простой трудовой процесс** представляет собой совокупность технологически связанных **рабочих операций**, обеспечивающих получение законченной продукции и выполняемых группой согласованно работающих исполнителей одной специальности, но разной квалификации (звено, специализированная бригада).

Каждая рабочая операция состоит из **рабочих приемов**, которые, в свою очередь, состоят из **рабочих движений**. Рабочее движение – перемещение пальцев руки, и т. п., осуществляемое рабочим в процессе труда, а рабочий прием – совокупность нескольких непрерывных движений рабочего, характеризуемых определенной целью, объединяющей эти движения, и постоянной их последовательностью.

Комплексный трудовой процесс представляет собой совокупность одновременно осуществляемых рабочих процессов, находящихся во взаимной организационной и технологической зависимости и связанных единством конечной продукции. Комплексный трудовой процесс, как правило, выполняется группой согласованно работающих исполнителей различных специальностей и разной квалификации (комплексной бригадой).

Строительные работы складываются из строительных процессов (простых, комплексных и их сочетаний), результатом выполнения которых является определенная строительная продукция – готовое здание или части здания.

Отдельные виды **строительных работ** получили свое наименование или **по виду перерабатываемых материалов**, или **по конструктивным элементам**, которые являются продукцией данного вида работ. По первому признаку различают земляные, каменные, бетонные и др. По второму признаку - кровельные, штукатурные, изоляционные и др.

Земляные, бетонные, отделочные работы, монтаж строительных конструкций и ряд других работ относятся к **общестроительным работам**. Монтаж сантехнического оборудования, прокладка наружных трубопроводов, электромонтажные и другие работы, относятся к **специальным работам**, так как их преимущественно выполняют специализированные организации. К **вспомогательным работам** относятся транспортные, погрузочно-разгрузочные работы, а также некоторые сопутствующие строительству работы, например, водопонижение грунтовых вод и т.д.

При возведении зданий и сооружений принято группировать работы по стадиям, которые называются **циклами**. После окончания **подготовительного периода** строительства осуществляется работы первой стадии - подземного или **нулевого цикла**. В состав работ этой стадии входят земляные работы - устройство котлованов, устройство фундаментов, монтаж конструкций подвала, гидроизоляция стен подвала и т.д.

На второй стадии (надземном цикле) обычно выполняют монтаж конструкций надземной части, устройство наружных и внутренних стен, кровельные работы, столярные работы по установке оконных блоков, установку дверей, сантехнические работы по установке коробов вентиляционных систем.

На заключительной 3 стадии, которую называют отделочным циклом, выполняются штукатурные работы, устройство полов, окраска стен, потолков, окон, дверей, внутренние сантехнические и электромонтажные работы, монтаж технологического оборудования.

Строительные работы на объекте, как правило, выполняются строительно-монтажной организацией (генподрядчиком), которая для производства отдельных видов работ привлекает специализированные организации - субподрядчиков.

Строительные работы должны осуществляться в соответствии с требованиями законодательства, технических нормативных правовых актов и проектной документации на строительство. В процессе строительства должно быть обеспечено соблюдение строительных норм, правил и стандартов.

Формы организации труда строительных рабочих.

При возведении зданий и сооружений выполняется большое количество различных строительных процессов, для осуществления которых привлекаются рабочие различных профессий, имеющих необходимые навыки и квалификацию. От правильной организации труда строительных рабочих зависит главный показатель – производительность труда. **Производительность труда** определяется выработкой, т.е. количеством продукции, выпущенной в единицу времени.

Профессии строительных рабочих определяются видом и характером выполняемых ими работ, так бетонщики выполняют бетонные работы, монтажники - монтажные и т. д. Профессия – это род занятий, требующий специальной подготовки и определяемый видом и характером выполняемой работы.

Специальность – понятие более «узкое», чем профессия. Например, профессия машинист, но может иметь специальность машиниста экскаватора, машинист крана, машинист асфальтоукладчика.

Уровень профессиональной подготовки рабочего определяется его **квалификацией**.

Номенклатура профессий, специальностей и квалификаций строительных рабочих устанавливается действующим «Единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих, занятых в строительстве и на ремонтно-строительных работах» (**ЕТКС**). Справочник содержит квалификационные характеристики профессий и специальностей и состоит из трех разделов - характеристика работ, должен знать, примеры работ (должен уметь).

В ЕТКС приведены квалификационные характеристики профессий и специальностей. Уровень квалификации рабочего определяется **разрядом**, который присваивает квалификационная комиссия, в соответствии с тарифно-квалификационными характеристиками, приведенными для каждой

профессии и каждого разряда в ЕТКС. Всего имеется **шесть разрядов**. Шестой разряд является самым высоким.

Подготовка квалифицированных рабочих для строительных и монтажных организаций осуществляется в профессионально-технических училищах, а также путем обучения и повышения квалификации в учебных комбинатах и пунктах.

Практика строительства показала, что эффективность выполнения строительных работ существенно зависит от принятого разделения труда между рабочими в соответствии с их квалификацией при организации их совместной работы. В действующих НЗТ (**нормы затрат труда**), на основании накопленного опыта при возведении зданий и сооружений, приведены рекомендуемые для всех видов строительных работ **составы звеньев рабочих** по квалификации и количественному составу. Звено, в зависимости от вида работ, состоит из 2...5 рабочих одной профессии различной квалификации.

В зависимости от объема работ и планируемой продолжительности выполнения строительного процесса рассчитывается количественный и квалификационный составы бригады. Как правило, бригада формируется из нескольких звеньев рабочих, состав которых по квалификации и количественному составу соответствует приведенному в НЗТ.

В строительстве наиболее распространены специализированные и комплексные бригады.

Специализированные бригады эффективны при выполнении больших объемов работ с однородными технологическими процессами – бригада каменщиков, бетонщиков и т.д.

Комплексные бригады, создаются для выполнения комплексных технологических процессов. Комплексная бригада объединяет обычно рабочих различных профессий и специальностей, входящих в состав специализированных звеньев. Бригадир комплексной бригады назначается из числа наиболее квалифицированных рабочих ведущей специальности.

Техническое нормирование.

Оценить эффективность труда строительных рабочих можно по следующим показателям:

- **выработка** – это количество строительной продукции, изготовленной за единицу времени (за 1 час; смену).

- **трудоемкость** – затраты рабочего времени (чел/ч, чел/смена) на единицу строительной продукции.

- **норма времени** – количество времени, необходимое для изготовления единицы продукции надлежащего качества. Нормативные значения этого

показателя приведены в соответствующих **сборниках НЗТ (нормы затрат труда)**.

- **норма выработки** – количество продукции, изготовленной за единицу времени при условиях, принятых для установления норм времени.

Норма выработки и норма времени являются обратно пропорциональными величинами и связаны соотношением:

$$H_{выр} = 1 / H_{вр}$$

где $H_{вр}$ - норма выработки в единицах продукции;

$H_{вр}$ - норма времени в единицах времени на одного рабочего.

Оценить **уровень производительности труда** рабочих возможно сравнивая фактические и нормативные затраты времени. Уровень производительности труда по времени:

$$У_{п.т.} = (T_{нор} / T_{фак}) * 100\%;$$

где $T_{нор}$ - норма времени;

$T_{фак}$ - фактически затраченное время.

Тарифное нормирование. Задачей тарифного нормирования является возможность оценить качество труда, количество которого устанавливается по технически обоснованным нормам. **Тарифная система** позволяет дифференцировать оплату труда в зависимости от сложности и трудоемкости выполняемых работ.

Тарифная система предусматривает использование **тарифных сеток**, определяющих соотношение в оплате труда различных групп рабочих (в зависимости от разрядов рабочих), принимаемых по ЕТКС и **тарифных ставок**, определяющих размер оплаты рабочих за единицу времени (час, день, месяц).

В настоящее время в строительстве действует 6-ти разрядная сетка. На основе норм времени и тарифных ставок устанавливаются расценки для сдельной оплаты труда.

Тарификация работ и работающих в строительных организациях РБ. При организации оплаты труда в строительных организациях должны руководствоваться следующими документами:

- декретом Президента Республики Беларусь от 18 июля 2002 г. № 17 «О некоторых вопросах регулирования оплаты труда работников»,

установившим, что оплата труда работников, нанимателями которых являются коммерческие организации и индивидуальные предприниматели, осуществляется в порядке, определяемом коллективным договором, соглашением или нанимателем, в зависимости от сложности и условий труда этих работников, их квалификации на основе Единой тарифной сетки работников Республики Беларусь;

- постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23 августа 2002 г. № 1144 «О мерах по реализации Декрета Президента Республики Беларусь от 18 июля 2002 г. № 17», которым предусмотрено осуществлять введение условий оплаты труда на основе коэффициентов Единой тарифной сетки работников Республики Беларусь в соответствии с нормативными правовыми актами Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь по вопросам применения этой тарифной сетки;

- инструкцией о порядке применения Единой тарифной сетки работников Республики Беларусь, утвержденной постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 20 сентября 2002 г. № 123 (в редакции постановления от 22 декабря 2006 г. № 162; далее — Инструкция);

- соответствующими статьями Трудового кодекса Республики Беларусь (далее — ТК) и иными нормативными правовыми актами.

В соответствии с ч. 2 ст. 61 ТК отнесение выполняемых работ к конкретным тарифным разрядам (должностям) и присвоение работникам соответствующей квалификации осуществляются в порядке, определяемом коллективным договором, соглашением, нанимателем. Для этих целей используются выпуски Единого тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих (ЕТКС) и Единого квалификационного справочника должностей служащих (ЕКСД), приведенные в табл. 2.1

Таблица 2.1

Номер выпуска	Наименование выпусков (разделов) ЕТКС и ЕКСД	Дата утверждения и номер постановления Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь
ЕТКС, вып. 1	Профессии рабочих общие для всех отраслей экономики	30 марта 2004 г. № 33

ЕТКС, вып. 3	Строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы	25 апреля 2002 г. № 65
ЕТКС, вып. 40	Производство строительных материалов и изделий	31 августа 2001 г. № 95
ЕКСД, вып. 17	Квалификационный справочник должностей служащих, занятых в строительстве	8 декабря 1997 г. № 112 (в редакции от 10 октября 2005 г. № 129)

2.2. Технические нормативные правовые акты, регламентирующие строительство

В РБ принят ряд законов, Указов Президента Республики Беларусь, Постановлений Совета Министров Республики Беларусь, регулирующих деятельность организаций строительной отрасли:

- **Закон** Республики Беларусь 5 июля 2004г. № 300-3 «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Беларусь».

- **Закон** Республики Беларусь 26 ноября 1992г. № 1982-ХІІ «Об охране окружающей среды».

- **Закон** Республики Беларусь 20 июля 2007 г. №271-3 «Об обращении с отходами».

Указ «О лицензировании отдельных видов деятельности от 1 сентября 2010 г. №450»

Технические нормативные правовые акты, регламентирующие строительство представлены следующими видами:

- **ТР** (технические регламенты Республики Беларусь)
- **ТКП** (технический кодекс установившейся практики)
- **СТБ** (государственный стандарт Республики Беларусь)
- **ГОСТ** [государственный (межгосударственный) стандарт]
- **СНБ и Пособия к СНБ** (строительные нормы Республики Беларусь)
- **СНиП и Пособия к СНиП** (строительные нормы и правила)
- **РДС** (руководящий документ в строительстве)
- **ТУ** (технические условия).

В Республике Беларусь действует **Национальный комплекс ТНПА** (технических нормативных правовых актов) в строительстве. ТНПА должен обеспечить:

- безопасность строительной продукции для жизни и здоровья людей в процессе ее производства и эксплуатации;
- надежность и качество строительных материалов, изделий, конструкций и оснований, систем инженерного обеспечения, зданий и сооружений;
- высокий художественно-эстетический уровень строительной продукции;
- соответствие строительной продукции своему назначению и созданию благоприятных условий жизнедеятельности населения;
- защиту строительной продукции и людей от неблагоприятных воздействий с учетом риска возникновения чрезвычайных ситуаций;
- выполнение экологических требований, рациональное использование природных, материальных, топливно-энергетических и трудовых ресурсов;
- взаимопонимание участников инвестиционного процесса при осуществлении всех видов строительной деятельности и устранение технических барьеров в межгосударственном и международном сотрудничестве.

Объектами технического нормирования и стандартизации в строительстве являются:

- организационно-методические правила, общие технические, функциональные и эксплуатационные требования, регламентирующие процессы разработки, производства, применения, эксплуатации строительной продукции, оказания услуг в строительстве;
- объекты градостроительной деятельности и строительная продукция — здания, сооружения и их комплексы;
- промышленная продукция, применяемая в строительстве, — строительные конструкции, изделия и материалы, отдельные виды инженерного оборудования зданий и сооружений;
- средства оснащения строительных организаций и предприятий стройиндустрии.

Структура Национального комплекса ТНПА в строительстве (комплекса ТНПА).

Принципы построения и общая структура Национального комплекса технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации в строительстве приведены в **ТКП 45-1.01-4-2005* (02250)** «Система технического нормирования и стандартизации

Республики Беларусь «Национальный комплекс технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства. Основные положения»».

Обозначения техническим кодексам присваивает МАиС. Обозначение состоит из пяти буквенно-цифровых групп, отделенных дефисом друг от друга и соответственно обозначающих:

- первая группа — индекс (ТКП);
- вторая группа — код строительной деятельности по общегосударственному классификатору видов экономической деятельности Республики Беларусь (ОКРБ 005) (два знака);
- третья группа — номер блока по классификатору ТНПА, принимаемого в соответствии с приложением Е;
- четвертая группа — порядковый регистрационный номер ТНПА, присваиваемый МАиС;
- пятая группа — год утверждения ТНПА.

После года утверждения в скобках указывается код МАиС по общегосударственному классификатору органов государственной власти и управления Республики Беларусь (ОКРБ 004).

Например — ТКП 45-1.01-5-2005 (02250).

Структура Национального комплекса ТНПА состоит из следующих частей:

- часть 1 Организационно-методическое обеспечение строительства;
- часть 2 Основные положения безопасности зданий и сооружений;
- часть 3 Градостроительство, здания и сооружения;
- часть 4 Инженерное обеспечение зданий и сооружений и наружные сети;
- часть 5 Строительные конструкции и изделия;
- часть 6 Строительные материалы и изделия;
- часть 7 Мобильные здания и сооружения, оснастка, инвентарь и инструмент;
- часть 8 Экономика строительства.

Каждая из частей делится на **блоки**, отражающие виды и основные направления технического нормирования и стандартизации – табл.2.2.

Таблица 2.2

Номер блока	Наименование блока	Основные направления технического нормирования и стандартизации
Часть 1 Организационно-методическое обеспечение строительства		
1.01	Техническое нормирование, стандартизация, сертификация метрология и	
1.02	Предпроектные и проектные работы	
1.03	Организация строительного производства	Организация строительства, технологическая подготовка строительного производства, механизация строительства, обеспечение безопасности труда и охрана окружающей среды в процессе строительства. Приемка законченных строительством объектов. Виды, содержание и оформление исполнительной документации
1.04	Эксплуатация	
Часть 2 Основные положения безопасности зданий и сооружений		
Номер блока	Наименование блока	Основные направления технического нормирования и стандартизации
2.01	Основные положения надежности зданий и сооружений	Общие принципы обеспечения безопасности, эксплуатационной пригодности и долговечности зданий и сооружений, инженерных систем, конструкций, изделий и материалов. Основные понятия надежности, классификация зданий и сооружений по уровням ответственности,

		нагрузки и воздействия различных видов.
2.02	Пожарная безопасность	Пожарно-техническая классификация зданий, сооружений и их элементов, строительных конструкций и материалов; разработка и регламентация противопожарных требований, направленных на защиту жизни и здоровья людей от пожаров
2.03	Защита от опасных геофизических и техногенных воздействий	
2.04	Внутренний климат и защита от вредных воздействий	
2.05	Размерная взаимозаменяемость и совместимость	

Часть 3 Градостроительство, здания и сооружения

Номер блока	Наименование блока	Основные направления технического нормирования и стандартизации
3.02	Жилые, общественные и производственные здания и сооружения, благоустройство территорий	
3.03	Сооружения транспорта и транспортная инфраструктура	
3.04	Гидротехнические и мелиоративные сооружения	
3.05	Магистральные и промышленные трубопроводы	

Часть 4 Инженерное обеспечение зданий и сооружений, наружные сети

4.01	Водоснабжение и водоотведение	
------	-------------------------------	--

4.02	Теплоснабжение и холодоснабжение, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха	
4.03	Газоснабжение	
4.04	Электроснабжение, электросиловое оборудование и электрическое освещение, телефонизация, радиофикация и телефикация	

Часть 5 Строительные конструкции и изделия

Номер блока	Наименование блока	Основные направления технического нормирования и стандартизации
5.01	Основания и фундаменты зданий и сооружений	Классификация и расчетные характеристики грунтов. Методы расчета и проектирования оснований и фундаментов.
5.02	Каменные и армокаменные конструкции	
5.03	Железобетонные и бетонные конструкции и изделия	
5.04	Металлические конструкции и изделия	
5.05	Деревянные конструкции и изделия	
5.06	Конструкции и изделия из других материалов	
5.07	Светопрозрачные ограждения в различных конструктивных исполнениях, двери, ворота и приборы к ним	
5.08	Кровли, изоляционные покрытия	
5.09	Полы, отделочные и защитные покрытия	

Часть 6 Строительные материалы и изделия

Номер блока	Номер блока	Основные направления технического нормирования и стандартизации
6.01	Стеновые кладочные изделия	
6.02	Минеральные вяжущие материалы	
6.03	Бетоны и растворы	Общие требования к бетонам различных видов, бетонным смесям, строительным растворам. ТУ. Правила приемки, методы контроля
6.04	Щебень, гравий и песок для строительных работ	
6.05	Теплоизоляционные, звукоизо-ляционные и звукопоглощаю-щие материалы и изделия	
6.06	Кровельные, гидроизоляцион-ные и герметизирующие материалы и изделия	
6.07	Отделочные и облицовочные материалы и изделия	
6.08	Асбестоцементные изделия	
6.09	Дорожные материалы	
6.10	Строительное стекло	
6.11	Композитные и полимерные материалы и изделия	

Часть 7 Мобильные здания и сооружения, оснастка, инвентарь и инструмент		
Номер блока	Номер блока	Основные направления технического нормирования и стандартизации
7.01	Мобильные здания и сооружения	
7.02	Специализированная оснастка предприятий стройиндустрии	
7.03	Оснастка строительных организаций	

Часть 8 Экономика строительства		
8.01	Руководящие документы в строительстве	
8.02	Укрупненные нормативы	
8.03	Элементные нормативы	
8.04	Индексы в строительстве	
8.05	Автоматизированные системы и программные средства	
8.06	Другие виды ТНПА	

Технические нормативные правовые акты, регламентирующие охрану труда в строительстве. Основные нормативные документы, регламентирующие охрану труда в строительстве:

- ТКП 45-1.03-40-2006. Безопасность труда в строительстве. Общие требования/ - Мн.: МАиС РБ, 2006. - 50с

- ТКП 45-1.03-44-2006. Безопасность труда в строительстве. Строительное производство/ - Мн.: МАиС РБ, 2006. - 37с.

Технические нормативные правовые акты, регламентирующие пожарную безопасность. Основные нормативные документы, регламентирующие пожарную безопасность:

- ППБ Беларуси 01-2014. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь/ - Мн.: МЧС РБ, 2014. - 198с.

Строительные работы должны проводиться с учетом требований разделов 5 и 6:

РАЗДЕЛ V. Организация проведения работ повышенной опасности

Глава 18. Огневые работы

18.1. Общие положения

18.2. Постоянные места проведения огневых работ

18.3. Временные места проведения огневых работ

18.4. Требования к организации временных огневых работ

18.5. Требования к проведению временных огневых работ

Глава 19. Электросварочные работы

Глава 20. Газосварочные и газорезательные работы

Глава 21. Бензорезные работы, работы с использованием паяльных ламп, варка битумов, мастик и смол

РАЗДЕЛ VI. Требования к строительно-монтажным и реставрационным работам

Глава 23. Организация производства строительно-монтажных и реставрационных работ

23.1. Общие положения

23.2. Требования к содержанию территории строительной площадки, зданий и помещений

23.3. Требования к производству строительно-монтажных работ, содержанию ТСППЗ.

Технические нормативные правовые акты, регламентирующие охрану окружающей среды. Основные нормативные документы, регламентирующие охрану окружающей среды:

- Закон Республики Беларусь 26 ноября 1992г. № 1982-XII «Об охране окружающей среды».

- Закон Республики Беларусь 20 июля 2007 г. №271-3 «Об обращении с отходами».

Ответственность за нарушение ТНПА. Юридические и физические лица несут ответственность за несоблюдение требований технических регламентов и установленных в технических кодексах обязательных требований на всех стадиях инвестиционного процесса в соответствии с действующим законодательством:

- Кодекс Республики Беларусь об административных правонарушениях от 21 апреля 2003 г. № 194-3

ГЛАВА 21. Административные правонарушения в области архитектурной, градостроительной и строительной деятельности, благоустройства и пользования жилыми помещениями.

2.3. Основные направления применения прогрессивных методов строительства, материалов и конструкций. Система управления качеством строительства

В данной теме - основы технологии строительного производства, по данному вопросу рассматриваются основные определения и понятия, характеризующие основные направления применения прогрессивных методов строительства, материалов и конструкций. Подробно данным направлением посвящены отдельные темы курса в разделах бетонные, монтажные работы.

Термин **индустриализация строительства** означает превращение строительного производства в механизированный поточный процесс сборки и монтажа зданий из крупноразмерных конструкций, их элементов и блоков, имеющих максимальную готовность.

Основными **признаками индустриализации** строительства являются:
- комплексная механизация и автоматизация строительно-монтажных работ;
- максимальная сборность применяемых конструкций;
- массовость их производства на заводах сборных железобетонных изделий, домостроительных комбинатах, заводах металлических конструкций и т. п.

Термин **строительство полносборное** – возведение зданий и сооружений из укрупненных элементов (частей) высокой заводской готовности, изготавливаемых индустриальными методами.

Термин **монолитное строительство** — метод возведения зданий при котором основным материалом конструкций является монолитный железобетон (местом для производства материала монолитных зданий является строительная площадка).

Система управления качеством строительства. Качество строительной продукции во многом определяет как стоимостные показатели построенного объекта, так и его надежность, долговечность. Качество строительной продукции складывается из качества проекта, качества строительных материалов, качества ведения строительно-монтажных работ.

Одна из задач, стоящих перед строительным комплексом Республики Беларусь связана с повышением качества строительной продукции. Как показало изучение мирового опыта, эффективным способом ее решения может стать создание национальной системы технического нормирования, стандартизации и сертификации в строительстве.

В этом направлении в Республике Беларусь реализуется программа поэтапного внедрения предприятиями и организациями строительного комплекса **систем качества по стандартам ИСО серии 9000**.

Международные стандарты устанавливают требования к системе управления качеством, направленные на удовлетворение потребителя посредством предупреждения несоответствия продукции нормативным

требованиям на всех стадиях от проектирования до эксплуатации. Качество строительства – комплексное понятие, составляющими которого являются:

- качество проектно-сметной документации;
- качество материалов, изделий и конструкций, из которых возводятся здания и сооружения;
- качество строительного-монтажных работ;
- надежность и долговечность зданий и сооружений.

Основной задачей системы управления качеством строительства является **установление уровня качества** строительной продукции и его последовательное достижение на всех этапах строительства.

Для реализации этой задачи на каждом этапе (проектирование, строительство и эксплуатация) создаются соответствующие службы управления качеством.

На этапе проектирования выбираются и обосновываются принятые решения, а также исключаются ошибок в проектно-сметной документации. На этапе строительного производства осуществляется достижение проектного уровня качества.

С началом эксплуатации выявляются дефекты, пропущенные при приемке построенного объекта. На этом этапе ведется учет выявленных дефектов и осуществляются мероприятия по снижению их отрицательных последствий.

Качество построенных объектов зависит и от качества промежуточной продукции: строительных материалов, конструкций, изделий, оборудования и т. д. поэтому поступающая продукция должна проходить строгий контроль.

Структура системы управления качеством включает общие функции: планирование, организацию, контроль, регулирование, учет и итоговый анализ (рисунок 2.1).

Технический кодекс установившейся практики (ТКП 45-1.03-161- 2009), утвержденный приказом Министерства архитектуры и строительства Республики от 07.12.2009 № 396, устанавливает, что строительная организация обязана обеспечить качество строительного-монтажных работ.

Контроль качества строительного-монтажных работ должен осуществляться линейным персоналом и специальными службами, создаваемыми в строительной организации, которые оснащены средствами измерения и контроля.

Контроль качества строительного-монтажных работ бывает производственный и инспекционный.

Производственный контроль качества строительного-монтажных работ включает в себя 3 основных составляющих:

- **входной контроль** проектной документации, конструкций, изделий, материалов и оборудования, приемку вынесенной в натуре геодезической разбивочной основы;

- операционный контроль строительного-монтажных работ;
- приемочный контроль строительного-монтажных работ.

Операционный контроль осуществляется как в ходе выполнения производственных операций, так и после их завершения с целью обеспечения своевременного выявления дефектов и принятию мер по их устранению.

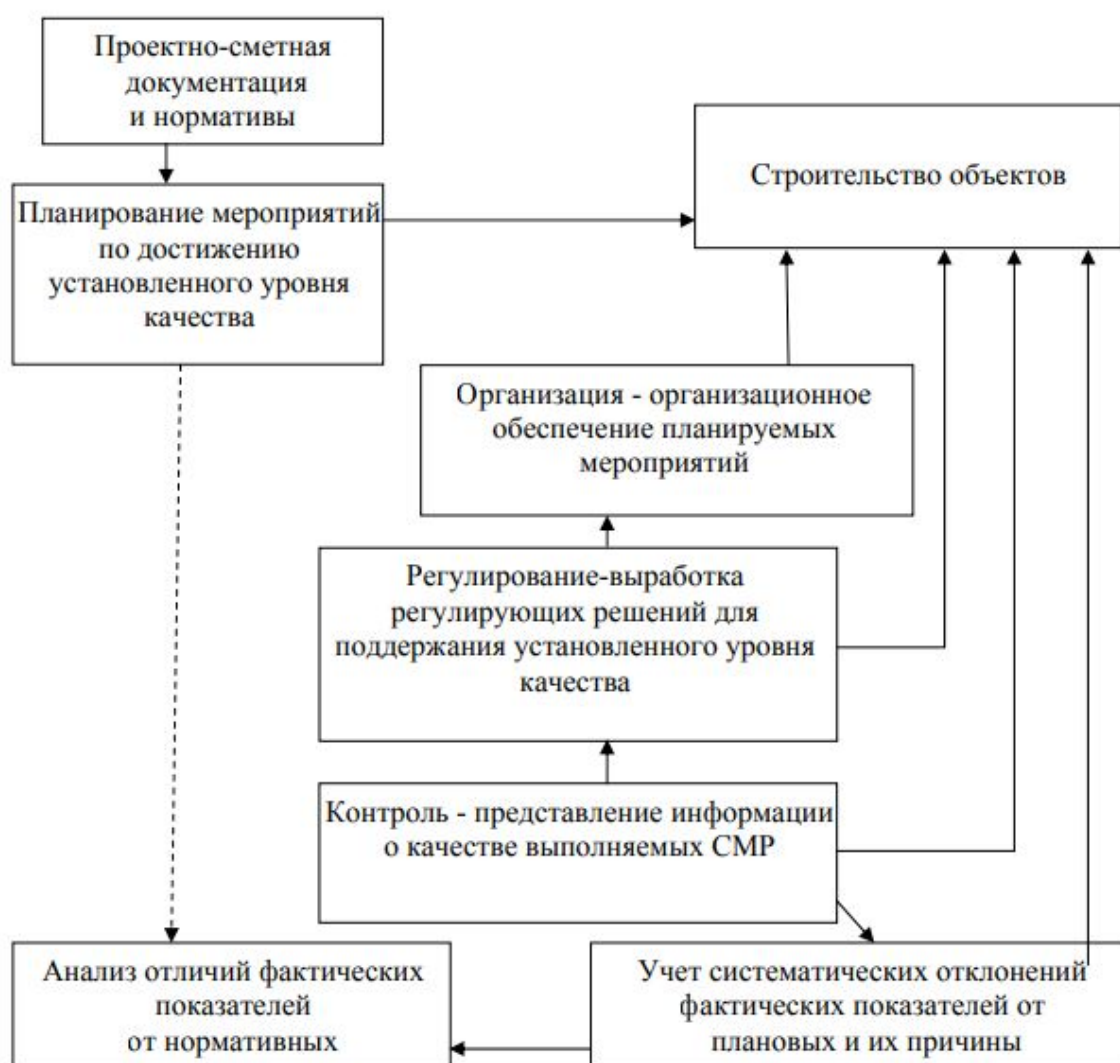


Рисунок 2.1 - Структура системы управления качеством строительной продукции

При операционном контроле должно проверяться:

- соблюдение заданной в проектах производства работ технологии выполнения строительных процессов;
- соответствие выполняемых работ рабочим чертежам, строительным нормам и правилам производства работ, и стандартам.

Операционный контроль должен выполняться производителями работ и мастерами, а самоконтроль – исполнителями работ.

К операционному контролю также привлекаются строительные лаборатории и геодезические службы.

При **приемочном контроле** производится проверка качества выполненных строительно-монтажных работ, а также скрытых работ и отдельных ответственных конструкций. Обычно приемочный контроль производится высшим звеном инженерно-технического состава строительной организации (руководитель организации, главный инженер и т. п.).

Кроме производственного (входного, операционного, приемочного) контроля в строительно-монтажных организациях за качеством строительства, осуществляется контроль со стороны государственных и ведомственных органов контроля и надзора, действующих на основании специальных положений о них (пожарный, санитарно-технический, экологический и др.).

С целью проверки эффективности ранее выполненного производственного контроля на всех стадиях строительства должен выборочно осуществляться **инспекционный контроль**, который проводится специальными службами, если они имеются в составе строительной организации.

По результатам производственного и инспекционного контроля качества строительно-монтажных работ обязательно должны разрабатываться **мероприятия по устранению выявленных дефектов**, при этом необходимо учитывать требования авторского надзора проектных организаций, технического надзора заказчика и органов государственного надзора и контроля.

Рекомендации для студентов:

Степень усвоения темы можно проверить, ответив на вопросы контрольного тестирования - раздел 3 «Контроль знаний»

ТЕМА 3

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Рассматриваемые вопросы:

3.1. Организационно-технологическая подготовка строительного производства, понятие об организационно-технологической надежности строительных процессов.

3.2. Виды технологической документации. Содержание проектов производства работ, технологических карт, карт трудовых процессов.

3.3. Инженерная подготовка строительной площадки, инженерные изыскания, строительный генеральный план.

3.1. Организационно-технологическая подготовка строительного производства, понятие об организационно-технологической надежности строительных процессов

Организацию строительного производства можно разбить на два основных периода - период подготовки к строительству и период основных работ. От качества подготовки к строительству прежде всего зависит возможность его осуществления в установленные сроки с высокими качественными показателями.

Строительство новых объектов **разрешается начинать** только после проведения всей необходимой подготовки к строительству. Под подготовкой строительного производства понимается комплекс мероприятий организационного и технического характера, способствующий развертыванию и осуществлению строительства в сроки, установленные проектом.

На первом этапе подготовки к строительству до начала работ на строительной площадке должен быть выполнен ряд организационных мероприятий. **Организационные подготовительные мероприятия** проводят **организации - застройщики**, только в случае необходимости к работе привлекаются проектные организации и подрядные строительные организации. При строительстве крупных предприятий застройщики создают дирекцию строящегося предприятия.

Второй этап - **внеплощадочные подготовительные работы**.

К внеплощадочным подготовительным работам относятся следующие основные виды работ:

- строительство подъездных путей к строительной площадке;

- строительство линий связи, электропередачи, водопровода, канализационных сооружений;

- присоединение к источникам получения воды и газа, пара;

- закладка карьера по добыче песка, гравия, камня.

К **внутриплощадочным подготовительным работам** (третий этап) относятся:

- создание геодезической разбивочной основы для строительства (установка высотных реперов, прокладка главных осей зданий, красных линий);

- расчистка территории строительной площадки, снос не используемых в процессе строительства строений, пересадка деревьев, срезка и складирование растительного слоя грунта;

- планировка территории;

- создание складского хозяйства для строительных материалов и конструкций;

- устройство средств пожаротушения, связи и сигнализации.

На строительных площадках с относительно небольшим числом объектов второй и третий этапы подготовки, как правило, совмещаются. Внеплощадочные и внутриплощадочные подготовительные работы получили название **технической (инженерной) подготовки**.

Время проведения внеплощадочных и внутриплощадочных подготовительных работ называется **подготовительным периодом**.

Таким образом **организационно-технологическая подготовка** строительного производства предполагает решение следующих вопросов:

- обеспечение стройки проектной документацией;

- отвод в натуре земельного участка для строительства;

- оформление финансирования строительства;

- заключение договоров (контрактов) подряда и субподряда на строительство;

- оформление разрешений и допусков на производство работ;

- решение вопросов о переселении лиц и организаций, соответственно проживающих и размещенных в подлежащих сносу зданиях;

- обеспечение строительства подъездными путями, электро-, водо- и теплоснабжением, системой связи и помещениями бытового обслуживания строителей;

- организацию поставки на строительную площадку оборудования, конструкций, материалов и изделий.

Понятие об организационно-технологической надежности строительных процессов. В современных условиях, когда в строительном

производстве занято большое количество участников, технических средств, людских и других видов ресурсов, значительно усложняются технологические, организационные, экономические и управленческие решения. По этой причине все острее становится проблема обеспечения надежности и устойчивости функционирования производственных строительных систем.

В течение последних нескольких десятилетий сформировалось новое научное направление, связанное с понятием **организационно-технологической надежности** (ОТН) строительства, которая трактуется как способность технологических, организационных, экономических и управленческих решений сохранять в заданных пределах свои запроектированные качества в условиях воздействия возмущающих факторов, присущих строительству как сложной динамической вероятностной системе.

Понятие об организационно-технологической надежности строительных процессов может быть сформулировано следующим образом:

Организационная надежность - это способность организационных решений по возведению объектов строительства с заданной вероятностью обеспечить получение запланированного результата функционирования строительного потока в условиях случайных воздействий, присущих строительному производству.

В качестве организационных факторов выступают - снабжение ресурсами, правила их взаимодействия и необходимые ограничения.

Технологическая надежность строительного производства - это способность строительных процессов **сохранять свои параметры** в заданных пределах при конкретных условиях производства.

3.2. Виды технологической документации. Содержание проектов производства работ, технологических карт, карт трудовых процессов.

На строительной площадке используется проектная (разрабатывается проектной организацией) и технологическая документация.

Технологическая документация разрабатывается до начала возведения на каждый объект и называется организационно-технологическая документация (ОТД), основными разделами которой являются: проект организации строительства (ПОС) и проект производства работ (ППР).

Проект организации строительства - разрабатывается проектной организацией и входит в качестве самостоятельного раздела в технический проект. ПОС содержит основные положения по осуществлению строительства, определяет сроки строительства объекта, необходимые

материально-технические ресурсы.

Проект производства работ является основным документом, по которому осуществляется производство строительно-монтажных работ. ППР разрабатывается строительными организациями или по их заказу другими организациями.

Задачей ППР является дальнейшее развитие основных решений, принятых в ПОС, конкретизация этих решений с учетом возможностей данной строительной организации, выработка путей эффективного оперативного управления строительным производством.

Исходными данными для разработки ППР служат: сводная смета; ПОС; рабочие чертежи; сведения о сроках и порядке поставки конструкций, сведения о количестве и типах намеченных к использованию строительных машин, а также о рабочих кадрах по основным профессиям.

В состав ППР включаются следующие основные документы:

- **календарный план** производства работ по объекту или комплексный сетевой график, в которых устанавливают: сроки и последовательность выполнения работ, потребность в трудовых ресурсах во времени;

- **объектный строительный генеральный план**. В зависимости от сложности и объемов работ стройгенплан разрабатывается для отдельных периодов и этапов выполнения строительно-монтажных работ (подготовительные работы; работы по возведению подземной, надземной части; кровельные работы, отделочные работы и т.д.). На стройгенплане указывают расположения постоянных и временных дорог; инженерных коммуникаций и сетей; строящееся здание; временные здания (бытовки, закрытые склады); места складирования материалов, деталей, конструкций и т.д.,

- **график поступления** материально-технических ресурсов (конструкций, основных материалов и оборудования),

- **график потребности в рабочих кадрах** по объекту,

- **график потребности в основных строительных машинах** по объекту,

- **типовые технологические карты по видам работ**, а при их отсутствии в Едином республиканском реестре — технологические карты и технологические схемы на выполнение отдельных видов работ, привязанные к объекту;

- **решения по производству геодезических работ** (схемы размещения знаков для выполнения геодезических построений и геодезического контроля положения конструкций, а также указания по точности геодезических измерений и перечень необходимых для этого технических средств).

- **решения по безопасности труда**, определенные действующими ТНПА;

- мероприятия по выполнению, в случае необходимости, работ вахтовым методом;

- решения по **прокладке временных сетей** водо-, тепло- и энергоснабжения и освещения (в том числе аварийного) строительной площадки и рабочих мест;

- **перечни** применяемых машин, механизмов, технологического инвентаря и монтажной оснастки;

- **схемы складирования и строповки** грузов;

- **пояснительная записка**, содержащая:

- обоснование решений по производству работ;

- расчет потребности в энергетических ресурсах;

- перечень мобильных (инвентарных) зданий и сооружений с расчетом потребности;

- мероприятия по защите действующих зданий и сооружений от повреждений;

- мероприятия по охране окружающей среды.

Одной из основных частей ППР являются **технологические карты**, которые разрабатываются на строительные процессы, результатом которых являются законченные конструктивные элементы, а также части здания или сооружения.

Нормативной базой для разработки технологических карт являются действующие ТНПА, ведомственные и местные прогрессивные нормы и расценки, а также хронометраж или фотография рабочего дня. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт определен **ТКП 45-1.01-159-2009**.

Технологические карты должны содержать следующие разделы:

— область применения;

— нормативные ссылки;

— характеристики основных применяемых материалов и изделий;

— организация и технология производства работ;

— потребность в материально-технических ресурсах;

— контроль качества и приемка работ;

— техника безопасности, охрана труда и окружающей среды;

— калькуляция или калькуляция и нормирование затрат труда.

Допускается разрабатывать технологическую карту без раздела «Калькуляция» или «Калькуляция и нормирование затрат труда», а также объединять разделы и подразделы и вводить новые.

Карта трудового процесса (КТП) разрабатывается для указания рациональных приемов труда при выполнении отдельных видов технологических операций. В ней указывают наиболее рациональный состав рабочего звена для обеспечения эффективного функционирования технологического процесса, распределение между рабочими операций, приводят режимы труда и отдыха.

КТП составляют на основе изучения и обобщения передового опыта, отвечающего современному уровню строительного производства. КТП разрабатывают специализированные или проектные организации, после процедуры рассмотрения, утверждения, размножения, они поступают в строительные или учебные организации (ПТУ), в которых ведется подготовка рабочих кадров.

Содержание КТП:

- область применения;
- подготовка и условия выполнения процесса (перечень мероприятий, которые должны быть окончены к началу процесса, условия, при которых процесс может быть начат, и условия безопасного ведения работ);
- исполнители, предметы и орудия труда (состав звена с указанием профессий рабочих и их разрядов, вид применяемых материалов, полуфабрикатов и изделий, нормокomплект инструмента, приспособлений и инвентаря с приведением их основных параметров);
- технология процесса и организация труда (последовательность выполнения процесса, условия доставки предметов труда к месту укладки, организация рабочего места с четким указанием расположения механизмов, приспособлений, инвентаря и рабочих, поминутный график выполнения трудового процесса).

Карты трудовых процессов строительного производства являются **основными документами**, регламентирующими создание на стройках необходимых условий для **улучшения организации труда рабочих** на научной основе.

Их выпускают для содействия широкому внедрению в строительное производство высокопроизводительных методов, рациональных форм организации труда, выявленных на основе изучения и обобщения опыта новаторов и передовиков производства и научных исследований в этой области, обеспечения дальнейшего повышения производительности труда, снижения себестоимости и улучшения качества строительно-монтажных работ.

3.3. Инженерная подготовка строительной площадки, инженерные изыскания, строительный генеральный план.

Составной частью современного строительного производства является инженерная подготовка строительных объектов. Подготовка строительства должна быть завершена до начала основных строительного-монтажных работ. Состав работ носит общий характер для гражданского и промышленного строительства, но зависит от местных условий площадки, ее расположения на свободной территории или в пределах городской застройки. Инженерная подготовка строительства включает комплексные инженерные изыскания, организационные подготовительные мероприятия, внеплощадочные и внутриплощадочные подготовительные работы.

К организационным подготовительным мероприятиям относятся:

- решение вопросов об условиях использования для нужд строительства существующих транспортных и инженерных коммуникаций, предприятий стройиндустрии, сооружений теплоэнергетики и т. п.;
- определение организаций-участников строительства;
- решение вопросов о привлечении специальных субподрядных организаций для выполнения отдельных видов работ.

Внеплощадочные подготовительные работы включают устройство автомобильных дорог, линий связи и электропередач, водопроводных сетей и канализационных коллекторов.

К внутриплощадочным подготовительным работам относятся:

- **создание геодезической разбивочной основы** для строительства;
- **разбивка** зданий и сооружений;
- **расчистка** территории строительной площадки и снос не используемых в строительстве строений;
- инженерная подготовка территории строительной площадки с первоочередными работами по **планировке** территории и обеспечению временных стоков поверхностных вод;
- **перекладка** существующих коммуникаций;
- устройство постоянных или временных внутриплощадочных дорог;
- **прокладка** временных сетей водо- и энергоснабжения, телефонизации;
- ограждение строительной площадки;
- создание общеплощадочного складского хозяйства и площадок укрупнительной сборки оборудования и конструкций;
- монтаж механизированных установок;
- обеспечение строительной площадки противопожарным водоснабжением и инвентарем, средствами связи и сигнализации и т. д.

- организация складов строительных конструкций и материалов;
- устройство бытового городка.

Рассмотрим подробнее основные виды подготовительных работ:

Создание геодезической разбивочной основы для строительства.

Подготовка территории строительства включает создание геодезической разбивочной основы: она необходима для переноса проекта зданий и сооружений на местность. Она представляет собой строительную сетку, по которой определяется точное местоположение каждого сооружения на стройплощадке. Строительная сетка, состоящая из квадратов или прямоугольников, показывает габариты зданий, длина сторон сетки составляет 100-200 метров.

Линии строительной сетки располагаются параллельно осям сооружений, которые предстоит возводить на площадке. Для высотного обоснования строительной площадки применяются строительные репера: они показывают высотные отметки при расположении того или иного объекта. В ходе строительства организация-подрядчик отвечает за сохранность знаков геодезической разбивочной основы.

Инженерная подготовка территорий строительства должна проводиться опытными специалистами. Любые ошибки при переносе строительной сетки на местность могут привести к серьезным отступлениям от намеченного плана и создать дополнительные сложности при реализации проекта.

Разбивка зданий и сооружений. Данные работы включают:

- определение и закрепление на местности главных и основных осей зданий и сооружений;

- определение и закрепление на местности высотных отметок;

(**Главные оси** - это взаимно перпендикулярные линии, относительно которых здание или сооружение симметрично. **Основные оси** определяют контур здания или сооружения в плане)

- устройство строительной обноски;

- разбивка осей зданий, обозначение контура котлованов и закрепление его на местности;

- определение и закрепление на местности высотных отметок элементов зданий.

Подробно работы по созданию геодезической разбивочной основы для строительства, устройству строительной обноски, разбивке зданий и сооружений рассматриваются **в курсе геодезия**. Элементы геодезической разбивки земляного сооружения представлены на рис. 3.1.

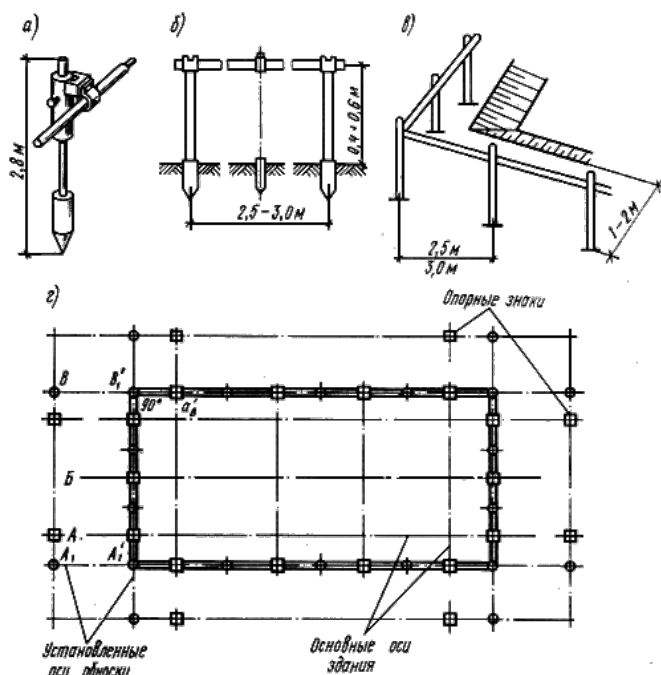


Рис. 3.1 - Элементы геодезической разбивки земляного сооружения:

а - инвентарная металлическая стойка обноски; б - схема закрепления осей; в - схема расположения обноски; г - план разбивки котлована.

Разбивка зданий и сооружений проверяется и **принимается по акту**. В процессе строительства периодически производится контроль правильности положения обноски и разбивочных знаков.

Очистка территории. Очистка территории:

- снос старых строений;
- вынос ЛЭП и СС;
- вынос подземных инженерных сетей и коммуникаций;
- снос и пересадка деревьев и защита от повреждений деревьев, не подлежащих сносу или пересадке;
- удаление растительного грунта.

Планировка строительной площадки. До начала земляных работ на строительной площадке необходимо снять плодородный растительный слой в размерах, установленных техническим проектом, и уложить в отвалы для дальнейшего использования его при восстановлении (рекультивации) нарушенных сельскохозяйственных земель, а также при благоустройстве территории.

Вертикальная планировка - это комплекс земляных работ, цель которых – обеспечить проектные уклоны стройплощадки и отвод поверхностных вод. Основанием для работ по планировке площадки является проект (листы - вертикальная планировка и земляные массы - раздел - генеральный план).

Распространенная проблема, мешающая начинать строительство – **высокий уровень залегания грунтовых вод**. Кроме того, на участке нужно обеспечить систему отвода дождевых и талых вод, для этого обустраиваются специальные водоотводные каналы. Для осушения грунта применяются открытые или закрытые дренажные сооружения.

Для системы открытого дренажа копаются канавы, их глубина достигает полутора метров. Они располагаются под уклоном, что обеспечивает отток воды, на дно насыпаются дренирующие материалы, такие как песок, щебень или гравий. Закрытый дренаж – это создание трубчатых дрен, которые имеют водоприемные отверстия. Для этой работы применяют асбестоцементные и бетонные трубы, в последнее время для этой работы также используется пластиковый трубопровод.

Размещение временных зданий и прокладка коммуникаций. Основание для работ – проект (лист - стройгенплан - раздел ПОС). Любая крупная стройплощадка требует строительства временных помещений, необходимых для работы строительных бригад в комфортных условиях. Для этого на площадке устанавливаются бытовки-раздевалки, санузел, столовая, необходимо подготовить помещение конторы для ведения и хранения документации.

Кроме того, приходится обустраивать **временные склады и навесы** для хранения стройматериалов. В качестве временных сооружений используют строительные вагончики и сооружения блочного типа, такие бытовки являются достаточно удобными для рабочего персонала.

Стройплощадку также необходимо обеспечить необходимыми для работы коммуникациями: к ней подводится **временный водопровод**, на территории должен обязательно присутствовать **противопожарный водопровод**. Инженерно-техническая подготовка строительства включает **прокладку электросети**: электричество должно быть подведено к бытовкам, а также ко всем местам, где будет работать электрооборудование.

Наиболее распространенным вариантом является подземная прокладка коммуникаций: это каналы для кабелей высокого и низкого напряжения, трубопроводы водопровода и канализации, а также коллекторы для одновременной прокладки нескольких коммуникационных линий. При строительстве коллекторов учитывается возможность доступа к коммуникациям для осмотра, обслуживания и ремонта.

Ограждение строительной площадки. Ограждения строительных площадок выполняется с перекрытием пешеходных зон и на фасадах зданий, в зависимости от градостроительной ситуации:

-оснащаются защитным наклонным козырьком;

- устройством деревянного или из металлических решеток (со специальным антискользящим покрытием) настила тротуаров шириной не менее 1,2 м с пандусом (уклон 1:20) для заезда на него;
- дополняются ограждением парапетного типа из железобетонных блоков специального профиля (со стороны движения транспорта) с устройством поручней.

Организация складов строительных конструкций и материалов.

Склады различаются в зависимости от их назначения, принадлежности, места расположения и конструктивного решения:

- **базисные склады** (центральные базы) материально-технического снабжения, обслуживающие несколько строительно-монтажных объектов, предназначены для приемки и хранения материалов и изделий, которые в последующем направляются на участковые, и приобъектные склады, а также в цеха для переработки и комплектации.

- **участковые склады** предназначены для нужд определенного общестроительного или специализированного участка.

- **приобъектные склады** устраивают на строительной площадке, они состоят из открытых складских площадок в зоне действия монтажного механизма и небольших кладовых для материалов закрытого хранения. Приобъектные склады организуют для временного хранения материалов, полуфабрикатов, изделий, конструкций и оборудования на строительной площадке:

- **открытые склады** предназначаются для хранения материалов, не требующих защиты от атмосферных воздействий (бетонных и железобетонных конструкций, кирпича, керамических труб и т. д.);

- **полузакрытые склады (навесы)** сооружают для материалов, не изменяющих своих свойств от перемены температуры и влажности воздуха, но требующих защиты от прямого воздействия солнца и атмосферных осадков (деревянных изделий и деталей, рубероида, шифера и др.);

- **закрытые склады** служат для хранения материалов дорогостоящих или портящихся на открытом воздухе (цемента, извести, гипса, фанеры, гвоздей, спецодежды и других материалов).

Проектирование складов ведут в следующем порядке:

- определяют необходимые запасы хранимых ресурсов;
- выбирают метод хранения (открытый, закрытый);
- рассчитывают площади по видам хранения;
- выбирают тип склада;
- размещают и привязывают склады на площадке;
- производят размещение деталей на открытых складах.

Размеры складов зависят от объема материалов, деталей и конструкций, которые должны храниться на складе. Запас должен обеспечить бесперебойное снабжение строительных работ.

Устройство бытового городка. Производственно-бытовые городки сооружаются до начала производства основных строительного-монтажных работ на объектах учитывая следующие требования:

- площади санитарно-бытовых помещений принимаются по этапам строительства с учетом динамики движения рабочей силы на каждом этапе;
- комплекс помещений должен быть подобран для всех рабочих, занятых на стройплощадке, включая рабочих субподрядных и наладочных организаций;
- производственно-бытовые городки оборудуют в соответствии с ПОС и ППР, санитарно-техническим и противопожарными правилами, действующими нормативами и утвержденной номенклатурой по санитарно-бытовому обслуживанию строителей;
- номенклатура помещений зависит от вместимости стройгородка.

Минимальный набор санитарно-бытовых и служебных помещений и инвентаря:

- гардеробные с умывальниками, душевыми и сушильными;
- помещение для обогрева, отдыха и приема пищи;
- прорабская;
- туалет;
- навес для отдыха;
- место для курения рабочих;
- устройства для мытья обуви;
- щит со средствами пожаротушения.

Общие требования к размещению производственно-бытового городка:

- проходы к городку не должны проходить через опасные зоны (строящиеся здания, под стрелами башенных кранов и др.);
- располагать вблизи входов на строительную площадку;
- благоустроить территорию вблизи;
- использовать мобильные здания сборно-разборного или передвижного типа;
- разместить городок, чтобы он не мешал строительству в течение всего расчетного периода.

Туалеты размещать так, чтобы расстояние до них от наиболее удаленного рабочего места в здании не превышало 75 м. Расстояние до туалетов от рабочих мест вне зданий не должно превышать 150 м.

При отсутствии коммуникаций водопровода и канализации необходимо

оборудовать инвентарные биотуалеты, которые должны иметь естественное или искусственное освещение, вентиляцию, обеспечены санитарно-гигиеническими средствами.

Запрещается устройство на строительной площадке выгребных ям.

На каждом временном здании и сооружении должны вывешиваться таблички с указанием его назначения и фамилии лица, ответственного за его противопожарное состояние.

Инженерные изыскания.

Инженерные изыскания для строительства — работы, проводимые для комплексного изучения природных условий района, площадки, участка, трассы проектируемого строительства, местных строительных материалов и источников водоснабжения.

Инженерные изыскания являются одним из важнейших видов строительной деятельности, с них начинается любой процесс строительства и эксплуатации объектов. Комплексный подход, объединяющий различные виды инженерных изысканий позволяет проводить разностороннее и своевременное обследование строительных площадок, зданий и сооружений.

Инженерные изыскания обеспечивают проектировщиков, выполняющих строительное проектирование, исходными данными о природных условиях участка предполагаемого строительства.

К основным видам инженерных изысканий относят:

- инженерно-геодезические,
- инженерно-геологические,
- инженерно-гидрометеорологические,
- инженерно-экологические.

Инженерные изыскания ведутся на основе действующих нормативных документов.

В процессе инженерно-геодезических изысканий подлежат изучению и съемке ситуация и рельеф на территории предполагаемого строительства (площадки или трассы).

Объектами изучения инженерно-геологических изысканий являются грунты оснований, подземные воды, физико-геологические процессы и формы их проявления.

При выполнении инженерно-гидрометеорологических изысканий изучают поверхностные воды и климат.

При инженерно-экологических изысканиях исследуются все компоненты природной среды и ландшафтов в целом, состояние наземных и водных экосистем, источники и признаки загрязнения.

После получения принципиального согласия местной администрации на

проработку вариантов строительства объекта управлением архитектуры и градостроительства администрации составляется архитектурно-планировочное задание по объекту на проведение проектно-исследовательских работ. Оно является основанием для выдачи заказчиком проектной организации задания на разработку проектной документации, а изыскателям технического задания на проведение комплексных инженерных изысканий.

Изыскательские работы осуществляются специальной организацией, имеющей лицензию на проведение этих работ. Финансирование этих работ осуществляется за счет заказчика. Между изыскательской организацией и заказчиком заключается договор.

На основании технического задания и требований соответствующих Сводов правил (СП) изыскательская организация составляет программу изысканий. Программа работ – документ, устанавливающий виды и объемы работ, способы выполнения, категории сложности природных условий, состав и объемы отчетных материалов.

Строительный генеральный план - является основным руководящим документом в инженерной подготовке строительной площадки (Стройгенплан). Это второй по значимости документ проекта организации строительства (ПОС) или проекта производства работ (ППР).

Стройгенплан устанавливает следующее:

- границы строительной площадки;
- расположение постоянных, строящихся и временных зданий и сооружений, действующих, вновь прокладываемых и временных подземных, надземных и воздушных сетей и инженерных коммуникаций, постоянных и временных дорог;
- места установки строительных и грузоподъемных машин с указанием путей их перемещения, источники и средства энерго- и водоснабжения строительной площадки;
- места складирования материалов и конструкций, площадки укрупнительной сборки и др.

Основными принципами проектирования стройгенпланов являются:

- согласованность его решений с остальными разделами проектов организации строительства, проектов производства работ, технологическими картами и картами трудовых процессов;
- минимизация объемов временного строительства;
- рациональность организации транспортных потоков на площадке;
- обеспечение условий минимального перемещения материалов;
- применение преимущественно типовых, мобильных и сборно-разборных зданий и сооружений.

Разрабатывают стройгенпланы двух видов: общеплощадочные и объектные.

Общеплощадочный стройгенплан разрабатывается на всю территорию строительства комплекса объектов (промышленного предприятия, жилого массива и т.п.) и включает существующие и проектируемые объекты.

Объектный стройгенплан составляется только на площадку, непосредственно прилегающую к конкретному зданию или сооружению, разрабатывается строительной организацией в составе проекта производства работ.

Объектный стройгенплан разрабатывается в следующем порядке:

На первом этапе осуществляется привязка грузоподъемных кранов к объекту для определения параметров, обеспечивающих безопасную эксплуатацию кранов (зоны обслуживания, опасные зоны и т.п.).

На втором этапе определяется объем ресурсов, необходимых для строительства объекта, и решается вопрос размещения крытых складов.

На третьем этапе решается задача размещения расположения в плане временных и постоянных дорог, обеспечивающих подъезд в зону действия грузоподъемного крана, к площадкам укрупнительной сборки конструкций, складам, бытовым помещениям и т.п.

На четвертом этапе определяются размеры и размещение временных зданий, а также проектируется система инженерного обеспечения.

Рекомендации для студентов:

Степень усвоения темы можно проверить, ответив на вопросы контрольного тестирования - раздел 3 «Контроль знаний»

ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ГРУЗОВ

Рассматриваемые вопросы:

4.1. Виды и классификация строительных грузов, транспортных средств, используемых в строительстве.

4.2. Выбор вида транспортных средств в строительстве, принципы организации работы автотранспорта.

4.3. Погрузочно-разгрузочные работы, техника безопасности при эксплуатации строительных машин.

4.1. Виды и классификация строительных грузов, транспортных средств, используемых в строительстве

Доставляемые на строительную площадку строительные материалы, изделия, конструкции и технологическое оборудование называются **строительными грузами**.

Строительные грузы классифицируются по их физическим и геометрическим характеристикам на 9 групп:

- **сыпучие** - песок, щебень, гравий, грунты, строительный мусор;
- **порошкообразные** - цемент, известь, гипс, мел;
- **жидкие** - бензин, керосин, смазочные материалы;
- **тестообразные** - бетонная смесь, раствор, известковое тесто;
- **мелкоштучные** - кирпич, мелкие блоки, бутовый камень, бидоны с краской, грузы в ящиках и мешках;
- **штучные** - оконные и дверные блоки, железобетонные панели и плиты;
- **длинномерные** - железобетонные и стальные колонны, фермы, трубы, лесоматериалы;
- **крупнообъемные** - санитарно-технические кабины, блок-комнаты, блоки лифтовых шахт, крупногабаритные контейнеры;
- **тяжеловесные** - железобетонные элементы значительной массы, технологическое оборудование, строительные машины, доставляемые на строительную площадку на транспортных средствах.

Доставку грузов осуществляют различными видами транспорта. В строительстве перевозку грузов осуществляют всеми видами современного транспорта.

Транспортные процессы - это перемещение строительных материалов, полуфабрикатов и готовых изделий от места их добычи, изготовления или погрузки до объектов строительства, выполняемое с помощью различных средств транспорта.

Транспортировка строительных грузов делится на вертикальную и горизонтальную. **Вертикальный транспорт** – это погрузочные работы на заводах-поставщиках строительных конструкций, разгрузочные работы при приемке поступивших на строительную площадку материалов и изделий, при этом транспортирование грузов идет по вертикали с земли к месту производства работ. **Горизонтальный транспорт** – это горизонтальное перемещение строительных грузов от места их получения до объектов строительства и непосредственно на самих объектах.

Горизонтальный транспорт по отношению к строительной площадке подразделяют на внешний и объектный. **Внешним транспортом** строительные конструкции, материалы, технологическое оборудование поступает на строительную площадку с заводов-поставщиков, карьеров, центральных складов или со своих производственных предприятий к строящимся объектам. **Объектный транспорт** предназначен для перемещения строительных грузов в пределах строительной площадки.

Транспортирование строительных грузов к строящему объекту в зависимости от их массы и габаритов, а также дальности транспортирования осуществляется автомобильным, тракторным, железнодорожным, водным и в редких случаях – воздушным транспортом.

Автомобильный транспорт является основным видом транспорта при перевозке строительных грузов. На автомобильном транспорте осуществляют около 80% всех перевозок строительных грузов.

Достоинства автомобилей - большая скорость, высокая маневренность, способность передвигаться по кривым участкам с малым радиусом закругления, преодолевать крутые подъемы дорог, возможность доставлять разнообразные грузы непосредственно к объекту строительства.

Автомобильный транспорт широко применяют для транспортирования строительных материалов, полуфабрикатов, деталей и изделий с заводов-изготовителей на строительную площадку или центральный склад. Транспортирование грузов автотранспортом **экономически целесообразно** на расстояния до 200 км и массе груза до 20 т.

В зависимости от **массы и геометрических размеров** конструкций их перевозят на:

- **автотранспорте общего назначения** – это бортовые автомобили; бортовые автомобили с одно- или двухосными прицепами; с помощью автотягачей с полуприцепами;

- **специализированных платформах** – панелевозах, балковозах, фермовозах, плитовозах и др. Наибольшее распространение получили автомобильные специализированные транспортные средства, составленные из седельных автотягачей и полуприцепов различного назначения (рис. 4.1).

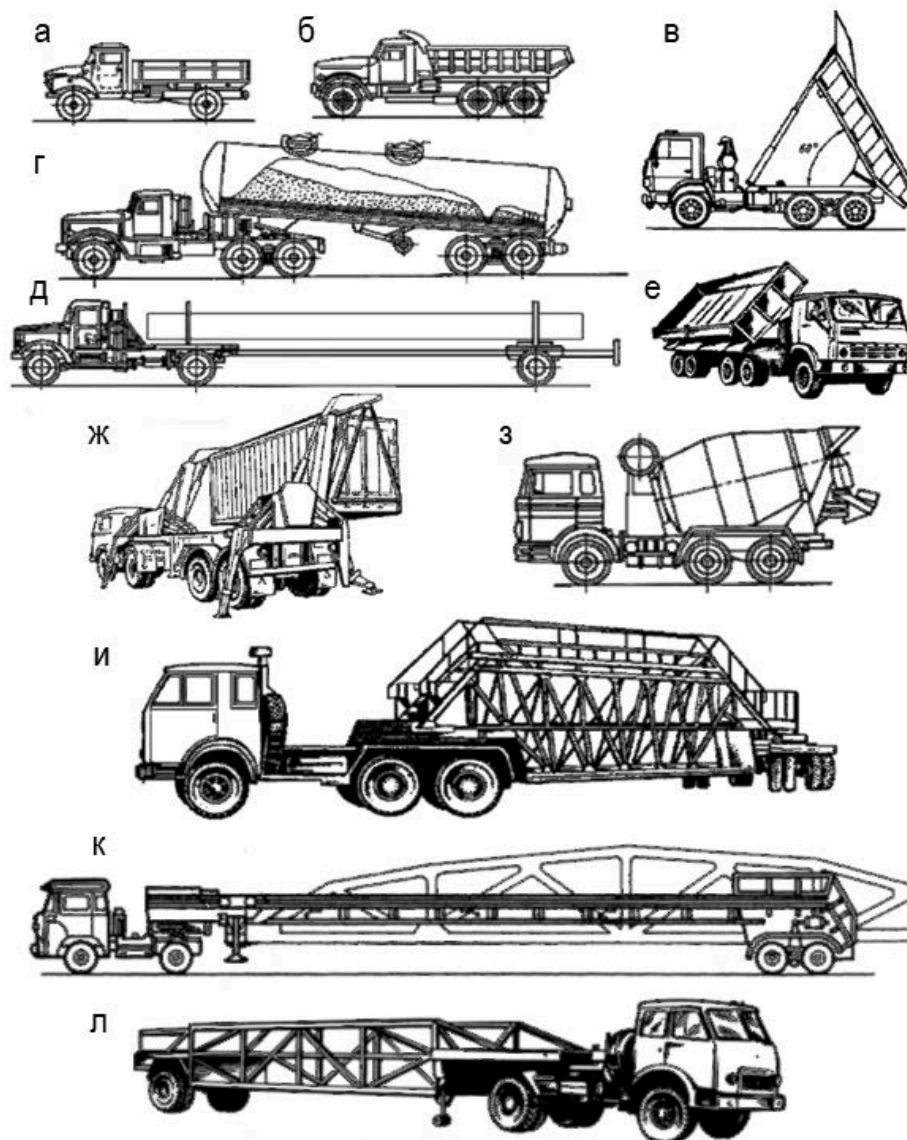


Рис. 4.1 - Автомобильный транспорт в строительстве:

а – бортовой, общего назначения; б, в, е – самосвал; г - полуприцеп-цементовоз; д - с прицепом-ропуском для перевозки длинномерных грузов; ж - самопогрузчик контейнеровоз; з – автобетоносмеситель; и – панелевоз; к - автопоезд-фермовоз; л - сантехкабиновоз

На рис. 4.2 и рис.4.3 представлены фотографии автотягачей и полуприцепов.



Рис. 4.2 – Полуприцеп ПП-1307



Рис. 4.3 – Полуприцеп УПФ 18(24)20

Длина конструкций, перевозимых средствами автомобильного транспорта, если обеспечивается возможность разворота автопоезда на поворотах дорог и безопасность движения, достигает 45 м. Благодаря возможности перевозки длинномерных конструкций ускоряется их монтаж и упрощается его организация.

Тракторный транспорт используют для перемещения, в основном, тяжелых грузов по плохим дорогам и в условиях бездорожья. Недостатки - ограниченная возможность использования в городских условиях и при значительных расстояниях перевозки из-за малых скоростей передвижения.

Железнодорожный транспорт обслуживает около 15% общего количества перевозок строительных грузов и является в основном внешним транспортом для перевозки на большие расстояния. Железнодорожный транспорт требует больших первоначальных затрат, однако при крупных объемах строительно-монтажных работ и при поступлении основных грузов по рельсовым путям эти затраты в процессе эксплуатации быстро окупаются.

Водный транспорт - наиболее дешевый вид транспорта, особенно при перевозках на значительные расстояния и обслуживает до 5% перевозок грузов на строительные площадки. Один из главных недостатков - сезонность использования.

Воздушный транспорт используют для доставки грузов в труднодоступные места большегрузными самолетами, а также монтажа отдельных конструкций и даже сооружений вертолетами и специальными дирижаблями.

Специальный транспорт - подвесные канатные дороги, трубопроводный транспорт, пневмотранспорт, гидротранспорт, транспорт с помощью звеньевых ленточных транспортеров. Эти виды транспорта применяют, в основном, при сильно пересеченной местности и при наличии водных преград.

К специальным видам транспорта можно отнести **транспортные средства технологического назначения**, в которых совмещены процессы транспортирования с технологической переработкой этого строительного груза. К таким транспортным средствам относят:

- **автобетоносмесители**, в которых одновременно выполняются процессы приготовления и транспортирования на строительную площадку бетонной смеси – рис. 4.4;

- **автобетононасосы** - совмещают транспортировку смеси на значительное расстояние и ее укладку в опалубку.



Рис. 4.4 – Автобетоносмеситель АБС-4ДА

4.2. Выбор вида транспортных средств в строительстве, принципы организации работы автотранспорта

Критериями для выбора вида транспорта могут служить:

- время доставки,
- частота отправок груза,
- надежность соблюдения графика доставки,
- способность перевозить разные грузы,
- способность доставить груз в любую точку территории,
- стоимость перевозки.

Эффективность работы транспортного предприятия можно оценить по показателям:

- **грузопоток** - это объем перевозок грузов в определенном направлении или через данный пункт за определенный отрезок времени. Мощность грузопотоков на транспорте измеряется в тоннах (иногда в тонно-километрах) в единицу времени;

- **грузооборот** — основной экономический показатель продукции транспорта, характеризующий суммарный вес грузов, перевезенных на предприятии за расчетный период.

Суточный грузооборот ($Q_{сут}$) с учетом неравномерности поступления и отправления грузов рассчитывается по формуле:

$$Q_{сут} = Q_{год} / D * K_n,$$

где $Q_{год}$ – годовой грузооборот, т;
 D – число рабочих дней в году;

K_n – коэффициент неравномерности перевозок $K_n = 1,1 \div 3,0$.

Исходя из объема перевозок и часовой производительности транспортного средства можно рассчитать **требуемое количество транспортных средств** ($K_{тс}$) по формуле:

$$K_{тс} = Q * K_n / qч / T_t$$

где Q – грузооборот за расчетный период, т;

$qч$ – часовая производительность транспортного средства в течение расчетного периода, т/ч;

T_t – время работы транспортного средства в течение планового периода.

Часовая производительность транспортного средства определяется по формуле:

$$qч = q_n * K_{гр} * 60 / T_{тр}$$

где q_n – номинальная грузоподъемность транспортного средства, т;

$K_{гр}$ – коэффициент использования грузоподъемности транспортного средства;

$T_{тр}$ – транспортный цикл, характеризующий затраты времени на погрузку, разгрузку, пробег транспортного средства по маршруту (туда и обратно), мин.

Принципы организации работы автотранспорта. Эффективность автомобильных перевозок зависит от выбора:

- оптимальных маршрутов;
- наиболее подходящих для конкретных условий транспортных средств.

Оптимальный маршрут перевозок – это такое движение автотранспортных средств, при котором обеспечивалось бы выполнение заданного объема перевозок за минимальное время.

Для этого определяем **коэффициент использования грузоподъемности** ($K_{г}$) транспортного средства:

$$K_{г} = Q_{ф} / (Q_{г} * n) = (q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n) / (Q_{г} * n),$$

где $Q_{ф}$ —фактическая масса перевезенного за смену груза, т;

$Q_{г}$ —грузоподъемность автомобиля, т;

n — расчетное число рейсов автомобиля за смену;
 $q_1, q_2 \dots q_n$ — масса перевезенного груза за первый, второй рейсы и т.д. (в течение смены), т.

Рациональное использование автомобильного транспорта будет при $K_r=1$.

Эффективность работы автомобильного транспорта за смену определяют по формуле:

$$K_{эф} = R_1/R_2 = (q_1 l_{11} + q_2 l_{12} + q_3 l_{13} + \dots + q_n l_n)/(Q_r * L),$$

где R_1, R_2 — соответственно фактическая и нормативная работа транспорта за смену, т-км;

l_1 и l_2, \dots, l_n — пробег автомобиля в смену за первый, второй и т. д. рейсы, км;

L — нормативный пробег автомобиля за смену, км.

Для доставки строительных грузов возможно использование следующих схем:

- маятниковая;
- челночная.

При **маятниковой схеме** используют автомобили или автопоезда с не отцепными звеньями. При этом тягачи неизбежно **простаивают** у мест загрузки и разгрузки транспортных средств - рис.4.2 а.

При работе по маятниковой схеме **время цикла** (оборота) автопоезда или одиночного автомобиля вычисляется, если:

A - выгрузка производится на **приобъектный склад**:

$$T_{ц} = T_{п} + T_{г} + T_{р} + T_{х},$$

где $T_{п}, T_{г}, T_{р}, T_{х}$ — **продолжительность** соответственно погрузки автопоезда с учетом времени на маневрирование при установке под погрузку, пробега с грузом, разгрузки с учетом времени на маневрирование при установке под разгрузку, холостого пробега.

B — ведется **монтаж с транспортных средств** (с колес):

$$T_{ц} = T_{п} + T_{г} + T_{м.к} n + T_{х},$$

где $T_{м.к}$ — продолжительность монтажа конструкции, включая строповку, подъем, установку, выверку и временное закрепление;

n — число перевозимых изделий.

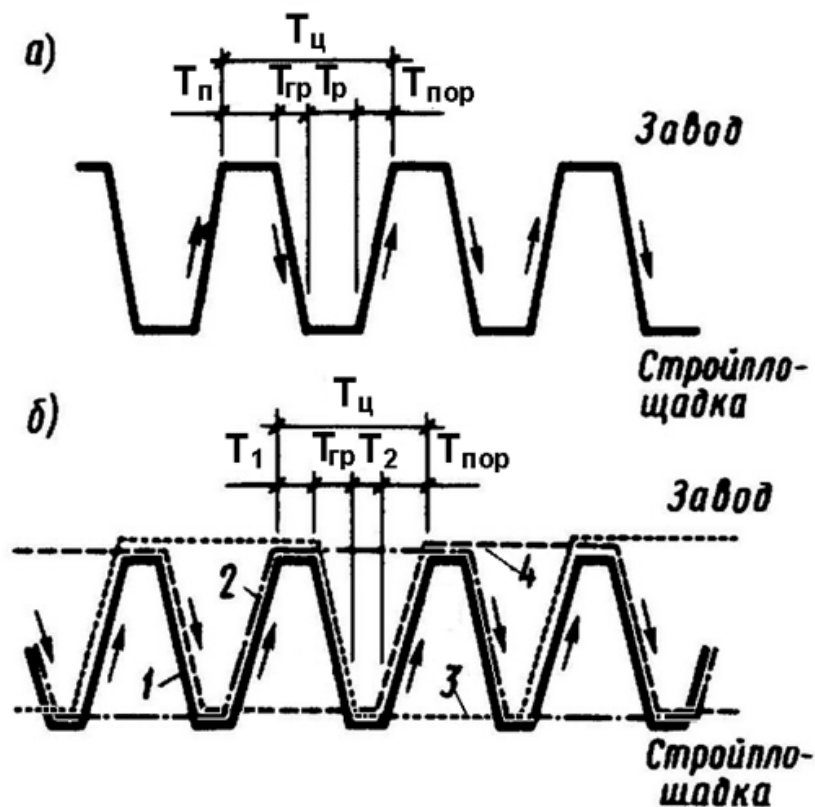


Рис.4.5 - Графики движения транспортных машин
 а — по маятниковой схеме; б — по челночной схеме;
 1 — графики движения тягача; 2—4 — графики движения полуприцепов

Маятниковая схема автотранспортных перевозок может быть эффективна при наличии приобъектных складов.

При **челночной схеме** автотранспортных перевозок - один седельный тягач работает последовательно с двумя полуприцепами и более – рис 4.2 б. Их число зависит от расстояния между предприятиями строительной индустрии и строящимися зданиями. Наибольшее распространение получила **схема работы седельного тягача с тремя полуприцепами**:

- один полуприцеп находится под погрузкой (например, на заводе сборного железобетона);
- другой полуприцеп находится под разгрузкой на строительной площадке;
- третий полуприцеп находится в пути.

Челночная схема позволяет осуществлять перевозки с **минимальными затратами времени**, так как простои под погрузкой и разгрузкой в данном случае исключаются, а имеются незначительные потери времени (не более 5...7 мин) на прицепку и отцепку полуприцепов.

При работе по челночной схеме **время цикла** тягача определяют по формуле:

$$T = T_1 + T_{\Gamma} + T_2 + T_x,$$

где T_1 — время на отцепку свободного и приемку груженого полуприцепа на заводе или складе;

T_2 — время на отцепку груженого и приемку свободного полуприцепа на приобъектном складе или в зоне монтажа.

При выборе транспортных средств необходимо стремиться к тому, чтобы **коэффициент использования по грузоподъемности** K_{Γ} находился в пределах $0,9 \dots 1,05$.

При **монтаже конструкций «со склада»** (с предварительной раскладкой) требуемое **количество транспортных средств** определяется по выражению:

$$N_{\text{mpi}} = Q_i / T_i \cdot \Pi \cdot m_{\text{pi}} \cdot m$$

где: Q_i - суммарный объем перевозимых конструкций i -го типа, в тоннах;

T_i - продолжительность транспортирования i -го типа конструкций в днях;

$\Pi \cdot m_{\text{pi}}$ - эксплуатационная сменная производительность транспортного средства, в т/см;

m - количество смен в течение дня.

При **монтаже конструкций с транспортных средств**, требуемое **количество транспортных средств** определится по выражению:

$$N_{\text{mp}} = T_{\text{ц}} / t_{\text{монт}}$$

где: $T_{\text{ц}}$ - время цикла тягача, в минутах;

$t_{\text{монт}}$ - время монтажа n элементов, перевозимых транспортом за один рейс, в минутах.

4.3. Погрузочно-разгрузочные работы, техника безопасности при транспортных и погрузочно-разгрузочных работах.

Транспортирование строительных грузов включает погрузку на месте отправления и разгрузку на месте прибытия. Процессы погрузки-разгрузки в настоящее время полностью механизированы, для этих целей используют машины и механизмы общего и специального назначения.

На строительной площадке для погрузочно-разгрузочных работ используют **автомобильные стреловые краны** или **погрузчики** – рис.4.6 и рис. 4.7.



Рис. 4.6 - Погрузчик Амкодор 320се со сменным оборудованием:
- вилы грузовые; - стрела крановая безблочная;
- стрела телескопическая; - захват челюстной



Рис. 4.7 - Автокран КС-45729

Для механизации погрузочно-разгрузочных работ мелкоштучных строительных грузов их получают у поставщика, перевозят и хранят мелкими или укрупненными партиями в **пакетах и контейнерах**. Основной способ доставки и хранения на строительной площадке массовых мелкоштучных стеновых материалов – пакетный.

Кирпич, отделочные блоки, пенобетонные блоки, а также рулонные кровельные материалы комплектуются изготовителями в пакеты с использованием **оборачиваемых поддонов** различной конструкции.

Стекло, линолеум, облицовочная плитка, санитарно- и электротехнические изделия транспортируются в **универсальных и специализированных контейнерах**. Применение пакетов и контейнеров позволяет сократить затраты ручного труда на погрузочно-разгрузочных работах и избежать потерь и порчи материалов.

Техника безопасности при транспортных и погрузочно-разгрузочных работах.

Нормативные требования по охране труда представлены в документе - ТКП 45-1.03-40-2006 Безопасность труда в строительстве. Общие требования.

Предлагается изучить приведенный раздел 9, содержащий требования техники безопасности при выполнении транспортных и погрузочно-разгрузочных работ:

Раздел 9. Транспортные и погрузочно-разгрузочные работы.

9.1. Общие требования.

9.1.2 Транспортные средства и оборудование, применяемые для погрузочно-разгрузочных работ, должны соответствовать характеру перерабатываемого груза.

Площадки для погрузочных и разгрузочных работ должны быть спланированы соответствовать проекту производства работ.

9.1.5 Движение автомобилей на территории строительной площадки, погрузочно-разгрузочных площадках и подъездных путях к ним должно регулироваться общепринятыми дорожными знаками и указателями.

9.1.6 При размещении автомобилей на погрузочно-разгрузочных площадках расстояние между автомобилями, стоящими друг за другом (в глубину), должно быть не менее 1 м, а между автомобилями, стоящими рядом (по фронту), — не менее 1,5 м.

Если автомобили устанавливают для погрузки или разгрузки вблизи здания, то между зданием и задним бортом автомобиля (или задней точкой свешиваемого груза) должен соблюдаться интервал не менее 0,8 м.

Расстояние между автомобилем и штабелем груза должно быть не менее 1 м.

9.1.7 Погрузочно-разгрузочные работы, выполняемые с применением стреловых самоходных кранов на расстоянии менее 30 м от линии электропередачи, должны производиться при наличии наряда-допуска.

9.1.9 Переносить материалы на носилках по горизонтальному пути разрешается только в исключительных случаях и на расстояние не более 50 м.

Запрещается переносить материалы на носилках по лестницам и стремянкам.

9.2 Требования безопасности к процессам производства погрузочно-разгрузочных работ

9.2.1 Освещенность помещений и площадок, где производятся погрузочно-разгрузочные работы, должна соответствовать требованиям ТКП 45-2.04-153-2009 Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования.

9.2.2 Погрузочно-разгрузочные работы должны выполняться, как правило, механизированным способом при помощи подъемно-транспортного оборудования и под руководством лица, назначенного приказом руководителя организации, ответственного за безопасное производство погрузочно-разгрузочных работ.

9.2.3 Ответственный за производство погрузочно-разгрузочных работ обязан проверить исправность грузоподъемных механизмов, такелажа, приспособлений, подмостей, а также разъяснить работникам их обязанности, последовательность выполнения операций, значение подаваемых сигналов и свойства материала, поданного к погрузке (разгрузке).

9.2.4 Механизированный способ погрузочно-разгрузочных работ является обязательным для грузов весом более 50 кг, а также при подъеме грузов на высоту более 2 м.

9.2.5 Организациями или физическими лицами, применяющими грузоподъемные машины, должны быть разработаны способы правильной строповки и зацепки грузов, которым должны быть обучены стропальщики и машинисты грузоподъемных машин.

Схемы строповки и зацепки, а также перечень основных перемещаемых грузов с указанием их массы должны быть выданы на руки стропальщикам и машинистам кранов и вывешены в местах производства работ.

9.2.6 В местах производства погрузочно-разгрузочных работ и в зоне работы грузоподъемных машин запрещается нахождение лиц, не имеющих непосредственного отношения к этим работам.

Запрещается присутствие людей и передвижение транспортных средств в зонах возможного обрушения и падения грузов.

9.2.8 Перед погрузкой или разгрузкой панелей, блоков и других сборных железобетонных конструкций монтажные петли должны быть осмотрены, очищены от раствора или бетона и, при необходимости, выправлены без повреждения конструкции.

9.2.14 Погрузочно-разгрузочные операции с сыпучими, пылевидными и опасными материалами должны производиться с применением средств механизации и использованием средств индивидуальной защиты, соответствующих характеру выполняемых работ.

9.2.16 Для обеспечения безопасности при производстве погрузочно-разгрузочных работ с применением грузоподъемного крана его владелец и организация, производящая работы, должны выполнять следующие требования:

— на месте производства работ не допускается нахождение лиц, не имеющих отношения к выполнению работ;

— не разрешается опускать груз на автомашину, а также поднимать груз при нахождении людей в кузове или в кабине автомашины.

В местах постоянной погрузки и разгрузки автомашин и полувагонов должны быть устроены стационарные эстакады или навесные площадки для стропальщиков.

9.2.17 Такелажные и/или стропальные работы при погрузке и разгрузке грузов должны выполняться лицами, прошедшими специальное обучение и имеющими удостоверение на право производства этих работ.

(ПОЯСНЕНИЕ: **Стропальные работы** – работы по закреплению груза, креплению его к грузоподъемному устройству. **Такелажные работы** – работы по перемещению груза механизированным способом).

9.2.18 Для обвязки и зацепки груза на крюк грузоподъемной машины (строповки) должны назначаться стропальщики. В качестве стропальщиков могут допускаться другие рабочие (такелажники, монтажники и т. п.), обученные по профессии, квалификационной характеристикой которой предусмотрено выполнение работ по строповке грузов. В удостоверениях таких рабочих должна быть сделана запись о присвоении им смежной профессии стропальщика.

9.2.19 Способы строповки грузов должны исключать возможность падения или скольжения груза после его строповки. Установка (укладка)

грузов на транспортные средства должна обеспечивать устойчивое положение груза при транспортировании и разгрузке.

9.2.20 При выполнении погрузочно-разгрузочных работ не допускается строповка груза, находящегося в неустойчивом положении, а также исправление положения элементов строповочных устройств на приподнятом грузе, оттяжка груза при косом расположении грузовых канатов.

9.2.23 Баллоны следует перемещать только на специальных носилках или на тележках, а бутылки с кислотой или другими опасными жидкостями — в плетеных корзинах. Подъем этих грузов на высоту производится в специальных контейнерах, подъем их вручную запрещается.

9.2.24 При перемещении баллонов со сжатым газом, барабанов с карбидом кальция, а также материалов в стеклянной таре необходимо принимать меры для избежания толчков и ударов.

Запрещается переносить и перевозить баллоны с кислородом совместно с жирами и маслами, а также с горючими и легковоспламеняющимися жидкостями.

9.2.25 Тяжелые штучные материалы, а также ящики с грузами следует перемещать при помощи специальных приспособлений.

9.2.26 Погрузочно-разгрузочные операции с катушками грузами (барабаны с кабелем и др.) следует, как правило, выполнять механизированным способом; в исключительных случаях разрешается перемещение грузов при помощи наклонных площадок или лаг с удержанием грузов канатами с противоположной стороны. Рабочие при этом должны находиться с торцов перемещаемого груза.

9.3. Требования безопасности при работе автотранспорта.

9.3.3 В местах посадки (высадки) людей в транспортные средства должны быть оборудованы специальные площадки или применяться другие устройства, обеспечивающие безопасность людей.

Перед началом движения транспортного средства водитель обязан убедиться в окончании посадки, в правильности размещения людей и предупредить их о начале движения.

9.3.4 Подача автомобиля задним ходом в зоне, где выполняются какие-либо работы, должна производиться водителем только по команде одного из работников, занятых на этих работах.

9.3.5 Груз, выступающий за габариты автомобиля спереди или сзади более чем на 1 м или сбоку более чем на 0,4 м от внешнего края габаритного огня, должен быть обозначен опознавательным знаком «Крупногабаритный груз», а в темное время суток и в условиях недостаточной видимости, кроме того, спереди — фонарем белого цвета, сзади — фонарем красного цвета.

9.3.6 При загрузке автомобиля навалочным или штучным грузом необходимо соблюдать следующие требования:

— навалочный груз должен равномерно распределяться по всей площади кузова автомобиля;

— штучные грузы, возвышающиеся над бортами кузова, должны быть закреплены;

— ящичный, бочковой и другой аналогичный штучный груз должен быть уложен в кузов автомобиля и закреплен так, чтобы при передвижении автомобиля он не мог перемещаться по полу кузова.

Рекомендации для студентов:

Степень усвоения темы можно проверить, ответив на вопросы контрольного тестирования - раздел 3 «Контроль знаний»

ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГРУНТА

Рассматриваемые вопросы:

5.1. Виды земляных сооружений, технологические свойства грунтов. Состав подготовительных и вспомогательных процессов, разбивка земляных сооружений.

5.2. Водоотвод и водоотлив, понижение уровня грунтовых вод.

5.3. Обеспечение устойчивости стенок выемок, искусственное закрепление грунтов.

5.4. Определение объемов земляных работ при разработке выемок, устройстве насыпей, при вертикальной планировке площадок.

5.1. Виды земляных сооружений, технологические свойства грунтов. Состав подготовительных и вспомогательных процессов, разбивка земляных сооружений

Строительство зданий и сооружений начинается с возведения подземной части объектов и сопряжено с выполнением значительных объемов земляных работ. **Земляные работы** относят к наиболее тяжелым и трудоемким видам строительных работ, выполняемым в сложных условиях и в значительной степени зависимым от природно-климатических факторов. Поэтому перед проектировщиками, технологами ставятся задачи разработки и реализации технологий, способствующих сокращению объемов земляных работ на строительной площадке.

Земляные работы выполняют различными методами, которые объединены в четыре группы: **механические, гидравлические, взрывные и ручные**. Механическим методом перерабатывается грунта около 95 %, гидравлическим – около 2 %, взрывным – до 1 % всего объема земляных работ. Производство работ вручную даже в небольших объемах влияет на общие затраты труда, так как производительность ручного труда в 20...30 раз ниже механизированного.

Результатом выполнения земляных работ являются различного вида **земляные сооружения**, представляющие собой выемки, насыпи, подземные выработки, обратные засыпки. Выемку шириной до 3 м и имеющую длину, значительно превышающую ширину, называют **траншеей**. Выемку, длина которой не превышает **десятикратной** ее ширины, называют **котлованом**. Выемки под отдельно стоящие небольшие фундаменты или столбы называют

ями. Котлованы и траншеи имеют дно и боковые поверхности, наклонные откосы или вертикальные стенки.

Выемки, разрабатываемые для добычи недостающего для строительства грунта, называют **резервами**; а насыпи, в которые осуществляют отсыпку излишнего грунта, – **кавальерами** или **отвалами**. Места, где осуществляют разработку песка или других строительных материалов называют **карьерями**. Выемки, закрытые с поверхности земли и устраиваемые для прокладки туннелей называют **подземными выработками**.

Земляные сооружения разделяют:

- по **отношению к поверхности грунта** – выемки, насыпи, подземные выработки, обратные засыпки;
- по **сроку службы** – постоянные и временные;
- по **геометрическим параметрам** – глубокие, мелкие, протяженные и т.п.;
- по **функциональному назначению** – котлованы, траншеи, ямы, скважины, отвалы, плотины, дорожные полотна, туннели, планировочные площадки и т.п.

К **временным земляным сооружениям** относят выемки, разрабатываемые при возведении фундаментов зданий, для прокладки водопроводных, газовых и других сетей, насыпи для временных дорог и т.п. К **постоянным** относят сооружения, предназначенные для долгосрочной эксплуатации – земляные плотины, каналы, полотно дороги и т.п.

Земляные сооружения являются результатом процессов переработки грунта, основными из которых являются **разработка грунта, его перемещение и укладка**. В ряде случаев им предшествуют или сопутствуют подготовительные и вспомогательные процессы. **Подготовительные процессы** осуществляют до начала разработки грунта, а **вспомогательные** – до или в процессе возведения земляных сооружений. Весь этот комплекс процессов называют земляными работами.

Технологические свойства грунтов. В строительном производстве **грунтами** называют породы, залегающие в верхних слоях земной коры. Свойства грунтов влияют на устойчивость земляных сооружений, трудоемкость разработки и стоимость работ. В зависимости от характеристик грунты влияют на оценку пригодности их в качестве оснований зданий и сооружений, размера допускаемой на них нагрузки, возможности их использования в качестве материала для устройства постоянных насыпей и выемок, а также выбора метода разработки грунтов.

Различают **песчаные грунты** – сыпучие в сухом состоянии, не обладают свойством пластичности. Они водопроницаемы. С изменением влажности меняется и объем песка. Наибольший объем имеет песок во

влажном состоянии (все пространство между частицами заполнено водой). Наименьший объем имеет песок, насыщенный водой (песок осел на дно, вода выдавила из пор воздух и сама поднялась в верхние слои) Промежуточное положение занимает песок в сухом состоянии (свободное пространство между частицами заполнено воздухом). Пески подразделяют на: мелкий – более 50 % объема составляют частицы размером 0,1...0,25 мм; средний – более 50 % объема составляют частицы 0,25...0,5 мм; крупный – более 50 % объема составляют частицы 0,5...3 мм.

Важным компонентом большинства грунтов является наличие в них глинистых частиц. В песках глинистых частиц содержится менее 3 %; в супесях – 3...10 %, в суглинках – 10...30 %; в песчаных глинах – 30...60 %; в тяжелых глинах – более 60 %.

Глинистые грунты – связные и обладающие свойством пластичности. Глины впитывают воду в большом количестве и при этом сильно разбухают. При замерзании вода увеличивается в объеме до 9 %, и глинистые грунты сильно пучатся. При высыхании глины, наоборот, с трудом отдают влагу и трескаются. **Суглинок** имеет свойства глины, **супесь** – песка, но в значительно меньшей степени.

Для выбора наиболее эффективного способа производства работ необходимо учитывать следующие **основные характеристики грунтов** – плотность, влажность, сцепление, удельное сопротивление резанию, разрыхляемость и угол естественного откоса.

Плотностью называется масса 1 м³ грунта в естественном состоянии (в плотном теле). Плотность песчаных и глинистых грунтов 1,6...2,1 т/м³, а скальных неразрыхленных грунтов до 3,3 т/м³.

Влажность характеризуется степенью насыщения грунта водой, которую определяют отношением массы воды в грунте к массе твердых частиц грунта и выражают в процентах. При влажности более 30 % грунты считаются мокрыми, а при влажности до 5 % – сухими.

Сцепление определяется начальным сопротивлением грунта сдвигу. Так, сцепление для песчаных грунтов равно 3...50 кПа, для глинистых – 5...200 кПа.

Удельное сопротивление резанию зависит как от свойств разрабатываемого грунта, так и от конструктивного исполнения рабочего органа землеройного оборудования. С учетом этого в строительном производстве грунты по трудности их разработки классифицируют по группам (приведены в нормативных документах).

Для одноковшовых экскаваторов грунты подразделяют на шесть, для многоковшовых экскаваторов и скреперов – две, для бульдозеров и грейдеров

– три группы. При разработке грунтов вручную их делят на семь групп. Как при механизированной, так и при ручной разработке в состав первой группы входят легко разрабатываемые грунты, а в последнюю – трудно разрабатываемые.

Разрыхляемость – способность грунта увеличиваться в объеме в процессе его разработки, при этом плотность его уменьшается. Это называется **первоначальным разрыхлением грунта** и характеризуется **коэффициентом разрыхления**. Коэффициент K_p вычисляют как отношение объема разрыхленного грунта к объему грунта в естественном состоянии (для песчаных $K_p = 1,08...1,17$, для суглинков $K_p = 1,14...1,28$, для глинистых грунтов $K_p = 1,24...1,3$).

В насыпи разрыхленный грунт под влиянием массы вышележащих слоев грунта или механического уплотнения, смачивания дождем и других внешних воздействий уплотняется. Однако грунт не занимает того объема, который он занимал до разработки, сохраняя остаточное разрыхление. Показателем которого является **коэффициент остаточного разрыхления** грунта K_{op} , значение которого для песчаных грунтов находится в пределах $1,01...1,025$, суглинистых – $1,015...1,05$, глинистых – $1,04...1,09$.

Угол естественного откоса характеризуется физическими свойствами грунта, при котором он находится в состоянии предельного равновесия. Для обеспечения устойчивости земляных сооружений (насыпей, выемок) их возводят с откосами. Крутизна откоса зависит от угла естественного откоса.

Крутизна откоса определяется отношением его высоты к заложению:

$$h/a = 1/m,$$

где m – коэффициент откоса (приведены в нормативных документах);

h – высота откоса;

a – заложение откоса.

По условиям техники безопасности рытье котлованов и траншей с вертикальными стенками (без их крепления) допускается только в грунтах естественной влажности на глубину, не превышающую следующих значений: в насыпных, песчаных и гравелистых грунтах – 1 м; в супесях – 1,25 м; в суглинках и глинах – 1,5 м; в особо плотных нескальных грунтах – 2,0 м. При глубине больше указанной котлованы и траншеи разрабатывают с откосами или с креплением стенок.

К подготовительным и вспомогательным процессам, связанным с разработкой выемок и возведением насыпей, относятся разбивка земляных сооружений (рис. 5.1), водоотвод, водоотлив и понижение уровня грунтовых вод, временное крепление стенок выемок, искусственное закрепление грунтов, разрыхление плотных грунтов.

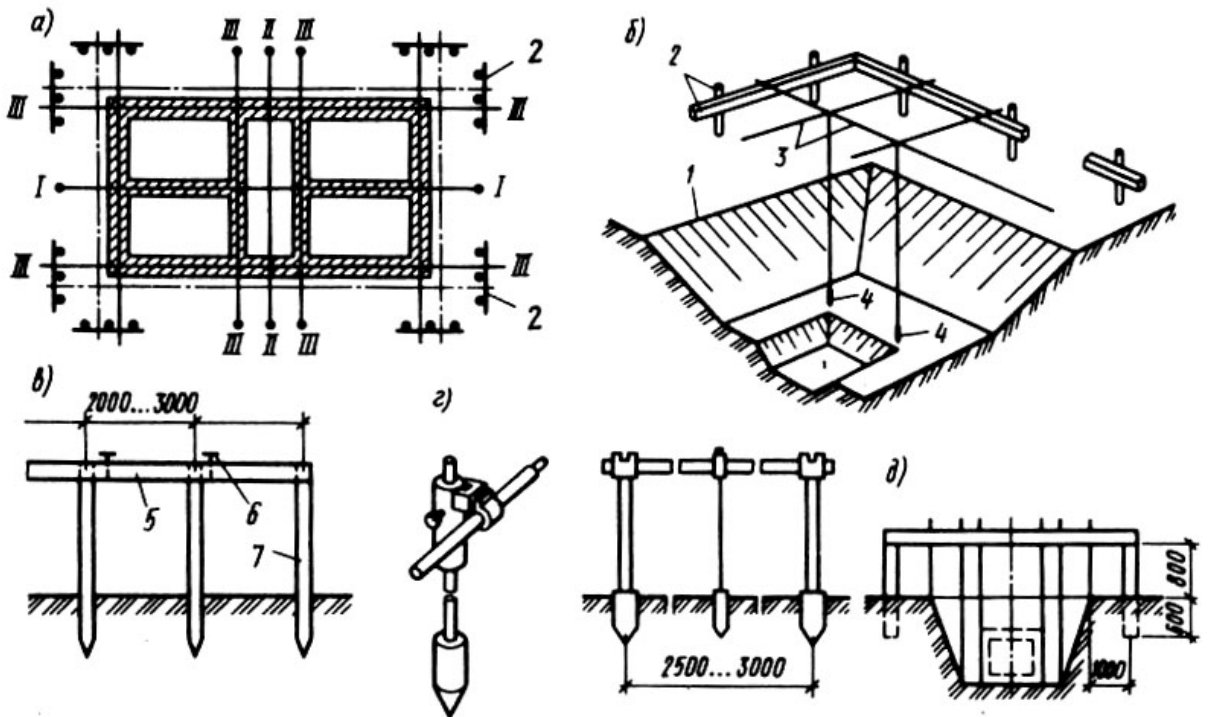
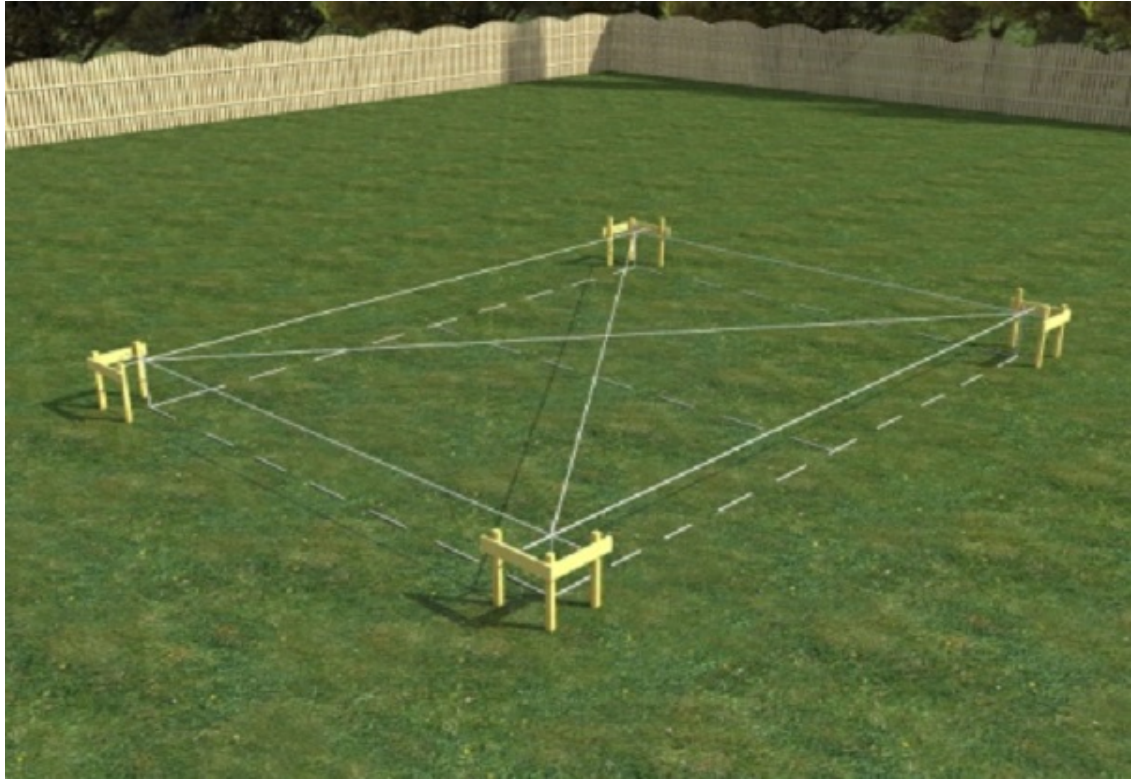


Рис. 5.1 - Схема разбивки котлованов и траншей:
 а) схема разбивки котлована; б) схема обноски; в) элементы обноски разового использования; г) инвентарная металлическая обноска; д) схема разбивки траншеи; I-I и II-II – главные оси здания; III-III – оси стен здания; 1 – границы котлована, 2 – обноска, 3 – проволока (причалка); 4 – отвесы; 5 – доска; 6 – гвоздь; 7 – стойка

Разбивка земляных сооружений. Разбивка состоит в установлении и закреплении положения сооружений на местности. Разбивку осуществляют с помощью геодезических инструментов и различных измерительных приспособлений.

Разбивку котлована начинают с выноса и закрепления на местности (в соответствии с проектом) створными знаками основных рабочих осей, в качестве которых обычно принимают главные оси здания I-I и II-II. Затем вокруг будущего котлована на расстоянии 2...3 м от его бровки параллельно основным разбивочным осям устанавливают обноску.

Обноска разового использования состоит из забитых в грунт металлических стоек или вкопанных деревянных столбов и прикрепленных к ним досок. Доска должна быть толщиной не менее 40 мм, иметь обрезную грань, обращенную кверху, и опираться не менее чем на три столбика. Более совершенной является инвентарная металлическая обноски, состоящая из металлических стоек и труб, укрепленных на стойках хомутами. Для пропуска транспортных средств в обноске должны быть разрывы. При значительном уклоне местности обноски делают с уступами.

На обноску переносят основные разбивочные оси и, начиная от них, размечают все остальные оси здания. Все оси закрепляют на обноске гвоздями или пропилами и нумеруют. На металлической обноске оси закрепляют краской. Размеры котлована поверху, понизу и другие характерные его точки отмечают забитыми в грунт хорошо видимыми колышками или вехами. После возведения подземной части здания основные разбивочные оси переносят на его цоколь.

Для линейно протяженных сооружений (например, для траншей) устраивают только поперечные обноски, которые располагают на прямых участках через 50 м, на закруглениях – через 20 м. Обноски устраивают также на всех пикетах и точках перелома профиля трассы.

5.2. Водоотвод и водоотлив, понижение уровня грунтовых вод

Водоотвод выполняется для защиты выемки от поверхностных вод путем устройства водоперехватывающих нагорных и водоотводящих канав или системы дренажей. Продольный уклон лотков или канав назначают в зависимости от рельефа местности и принимают равным не менее 0,003. На размеры лотков или канав и на методы их укрепления влияют приток воды и скорость течения. При этом, вокруг места будущей выемки или только с нагорной стороны устраивают водоотводные канавы так, чтобы поступающая в них вода отводилась в пониженные точки местности. Стенки и дно канав при

необходимости укрепляют различными материалами – дерном, камнем, деревом, фашинами и т.п.

Водоотлив применяют при незначительном притоке воды в выемки. Открытый водоотлив применяют для откачки воды непосредственно из котлованов или траншей насосами (рис. 5.2). При открытом водоотливе грунтовые воды просачиваются через откосы, дно котлована и направляются по прорытым водосборным канавам или лоткам к специально устроенным в пониженной части котлована приемкам, называемым **зумпфами**, откуда вода выкачивается насосами соответствующей производительности.

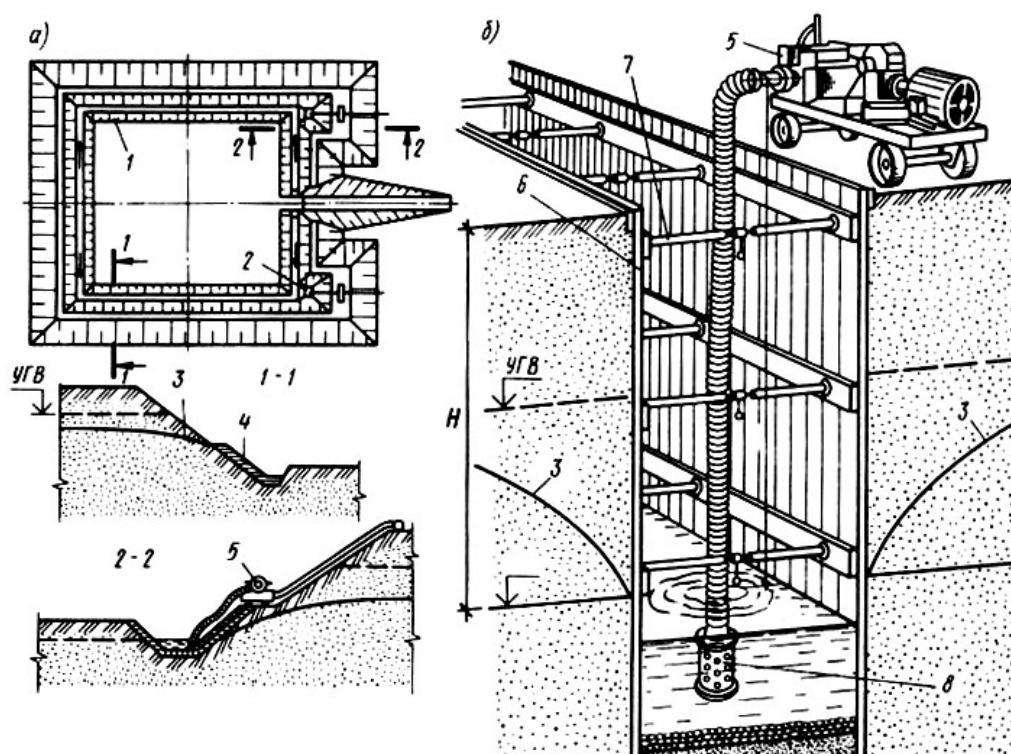


Рис. 5.2 - Открытый водоотлив из котлована (а) и траншеи (б):
 1 – дренажная канава; 2 – приямок (зумпф); 3 – пониженный уровень грунтовых вод;
 4 – дренажная пригрузка; 5 – насос; 6 – шпунтовое крепление; 7 – инвентарные распорки;
 8 – всасывающий рукав с сеткой (фильтром); Н – высота всасывания до 5...6 м

Насосы подбирают в зависимости от дебита (притока) вод, а сам дебит рассчитывают по формулам установившегося движения грунтовых вод. Водосборные каналы устраивают шириной по дну 0,3...0,6 м и глубиной 1...2 м с уклоном 0,01...0,02 м в сторону приямков. Сами приямки в устойчивых грунтах крепят в виде деревянного сруба без дна, а в оплывающих грунтах – шпунтовой стенкой.

Открытый водоотлив является простым и доступным способом борьбы с грунтовыми водами, но имеет серьезные технологические недостатки. Восходящие потоки грунтовой воды, протекающей через стенки и дно котлованов и траншей, разжижают грунт и выносят из него на поверхность

мелкие частицы. В результате снижается естественная прочность основания, кроме того, наличие на дне выемки воды затрудняет разработку грунта, требуется крепление стенок выемок, приток воды в котлован может вызвать ослабление оснований зданий, расположенных рядом со строящимся объектом.

Открытый водоотлив используют в глинистых и песчаных пылеватых грунтах с коэффициентом фильтрации менее 1 м/сут.

Искусственное понижение уровня грунтовых вод является более совершенным, но и более сложным методом борьбы с притоком воды в выемку. Понижение уровня грунтовых вод обеспечивают путем непрерывной откачки из специальных скважин, расположенных вокруг котлована или вдоль траншеи и оканчивающихся ниже дна выемки. Метод применяют в грунтах с высоким коэффициентом фильтрации (более 2 м/сут).

Водопонижение обеспечивает снижение уровня грунтовых вод ниже дна будущей выемки. При этом уровень грунтовых вод резко понижается, ранее насыщенный водой грунт, и теперь обезвоженный, разрабатывается как грунт естественной влажности. При водопонижении появляется возможность сохранять в целостности откосы выемок и предотвращать вынос частиц грунта из-под фундаментов ближайших зданий.

Для искусственного водопонижения разработано несколько эффективных способов, основными из которых являются иглофильтровой, вакуумный и электроосмотический.

Иглофильтровый способ искусственного понижения грунтовых вод реализуется с использованием **легких иглофильтровых установок**, состоящих из стальных труб с фильтрующим звеном в нижней части, водосборного коллектора и самовсасывающего вихревого насоса с электродвигателем (рис. 5.3).

Стальные трубы погружают в обводненный грунт по периметру котлована или вдоль траншеи. Фильтрующее звено состоит из наружной перфорированной и внутренней глухой трубы. Наружная труба внизу имеет наконечник с шаровым и кольцевым клапанами. На поверхности земли иглофильтры присоединяют водосборным коллектором к насосной установке. Для исключения аварийных ситуаций установка комплектуется резервными насосами. При работе насосов уровень воды в зоне иглофильтров снижается. Из-за дренирующих свойств грунта он понижается и в окружающих грунтовых слоях, образуя новую границу уровня грунтовых вод, которая называется **депрессивная кривая**.

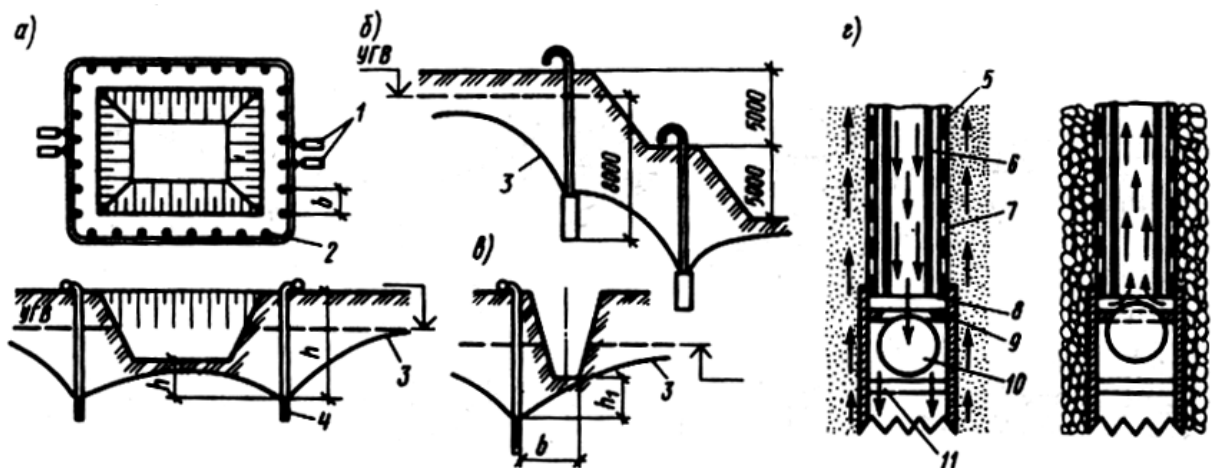


Рис. 5.3 - Игольчатый способ понижения уровня грунтовых вод:
 а) для котлована при одноярусном расположении игольчатых фильтров; б) то же, при двухъярусном; в) для траншеи; г) схема работы фильтрующего звена при погружении в грунт и в процессе откачки воды; 1 – насосы; 2 – кольцевой коллектор; 3 – депрессионная кривая; 4 – фильтрующее звено; 5 – фильтрационная сетка; 6 – внутренняя труба; 7 – наружная труба; 8 – кольцевой клапан; 9 – гнездо кольцевого клапана; 10 – шаровой клапан; 11 – ограничитель

Игольчатые фильтры погружают в грунт в пробуренные скважины или путем нагнетания в трубу игольчатого фильтра воды под давлением до 0,3 МПа (гидравлическое погружение). Поступая к наконечнику, вода опускает шаровой клапан, а кольцевой клапан, отжимаемый при этом сверху, закрывает зазор между внутренней и наружной трубами. Выходя из наконечника под давлением, струя воды размывает грунт и обеспечивает погружение

иглофильтра. Когда вода всасывается из грунта через фильтровое звено, клапаны занимают обратное положение.

Применение иглофильтровых установок наиболее эффективно в чистых песках и песчано-гравелистых грунтах. Наибольшее понижение уровня грунтовых вод, достигаемое в средних условиях одним ярусом иглофильтров, составляет около 5 м. При необходимости большей глубины понижения применяют двухъярусные установки.

Иглофильтры позволяют при одноярусном расположении понизить уровень грунтовых вод на 4...5 м, при двухъярусном – на 7...9 м. Иглофильтры располагают на расстоянии 0,5 м от бровки котлована или траншеи. Узкие траншеи глубиной до 4,5 м и шириной до 4 м осушают одним рядом иглофильтров, при большей ширине и глубине – двумя рядами.

Расстояние в ряду между иглофильтрами назначают в зависимости от свойств грунта и глубины понижения уровня грунтовых вод. Для среднезернистых грунтов при коэффициенте фильтрации 2...60 м/сут расстояние принимают в пределах 1...1,5 м, в сильно фильтрующих крупнопесчаных и песчано-гравелистых грунтах расстояние сокращают до 0,75 м.

Вакуумный способ водопонижения реализуют применением **вакуумных (эжекторных) водопонизительных установок**. Эти установки используют для понижения уровня грунтовых вод в мелкозернистых грунтах (мелкозернистые и пылеватые пески, супеси, илестые и лессовые грунты с коэффициентом фильтрации 0,02...1 м/сут), в которых применение легких иглофильтровых установок нецелесообразно. При работе вакуумных водопонизительных установок вакуум возникает в зоне **эжекторного иглофильтра** (рис. 5.4).



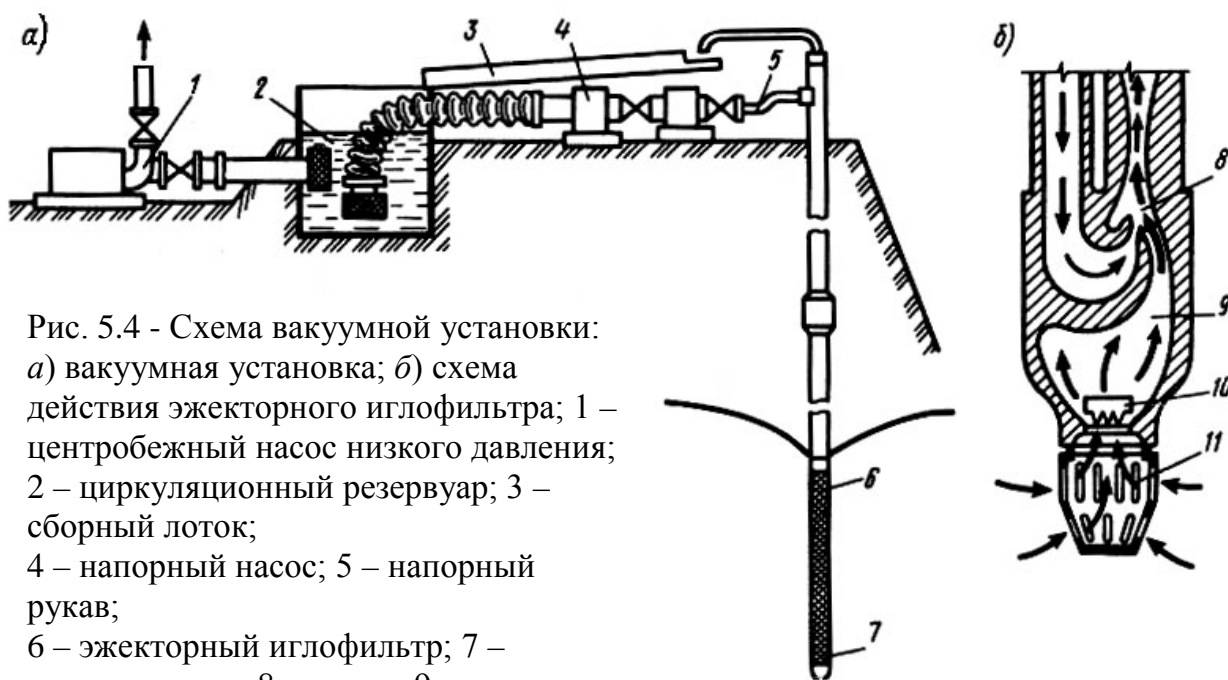


Рис. 5.4 - Схема вакуумной установки:
 а) вакуумная установка; б) схема действия эжекторного иглофильтра; 1 – центробежный насос низкого давления; 2 – циркуляционный резервуар; 3 – сборный лоток; 4 – напорный насос; 5 – напорный рукав; 6 – эжекторный иглофильтр; 7 – напорная вода; 8 – сопло; 9 – всасываемая вода; 10 – обратный клапан; 11 – фильтровая сетка

Фильтровое звено эжекторного иглофильтра устроено по принципу легкого иглофильтра, а надфильтровое звено состоит из наружной и внутренней труб с эжекторной насадкой. Рабочую воду под давлением 750...800 кПа подают в кольцевое пространство между внутренней и наружной трубами, далее через эжекторную насадку она устремляется вверх по внутренней трубе.

В результате резкого изменения скорости движения рабочей воды в насадке создается разрежение, и тем самым обеспечивается подсос грунтовой воды. В эжекторной иглофильтровой установке вакуум создается в глубине иглофильтра, что обеспечивает более интенсивный отсос воды и имеет исключительно важное значение при осушении грунтов с незначительной фильтрационной способностью. Грунтовая вода смешивается с рабочей и направляется в циркуляционный резервуар, из которого избыток воды (за счет поступления грунтовой) откачивается низконапорным насосом или сливается самотеком.

Электроосмос используют для расширения области применения иглофильтровых установок в грунтах с коэффициентом фильтрации менее 0,05 м/сут. В этом случае наряду с иглофильтрами в грунт на расстоянии 0,5...1 м от иглофильтров **со стороны котлована** погружают стальные трубы или стержни на глубину, идентичную погружению иглофильтров.

Иглофильтры подключают к отрицательному (**катод**), а трубы или стержни – положительному полюсу источника постоянного тока (**анод**) (рис. 5.5).

Электроды размещают относительно друг друга в шахматном порядке. Шаг анодов и катодов в своем ряду принимают одинаковым в пределах 0,75...1,5 м.

В качестве источника электропитания применяют сварочные аппараты или передвижные преобразователи электрического тока. Мощность генератора постоянного тока определяют из необходимой силы тока 0,5...1 А на 1 м² площади электроосмотической завесы при напряжении в цепи 30...60 В. Под действием силы электрического тока вода, содержащаяся в порах грунта, освобождается и перемещается по направлению к иглофильтрам. Благодаря электроосмосу коэффициент фильтрации грунта возрастает в 5...25 раз.

Для понижения уровня грунтовых вод на глубину более 20 м применяют **водопонижающие скважины**. Скважины устраивают в обсадных трубах диаметром до 400 мм и оборудуют фильтрами. Воду из скважин откачивают высоконапорными насосами.

Нередко при интенсивной откачке грунтовых вод в районе строительства нарушаются гидрогеологические условия, могут произойти нарушения действующих водозаборных систем, осушение родников и т.д.

Продолжительные откачки грунтовых вод особо опасны на застроенных городских территориях, так как они могут вызвать оседание земной поверхности, деформации зданий и сооружений. Поэтому выбор способов защиты земляных сооружений от воздействия подземных вод должен сопровождаться анализом и разработкой соответствующих природоохранных мероприятий.

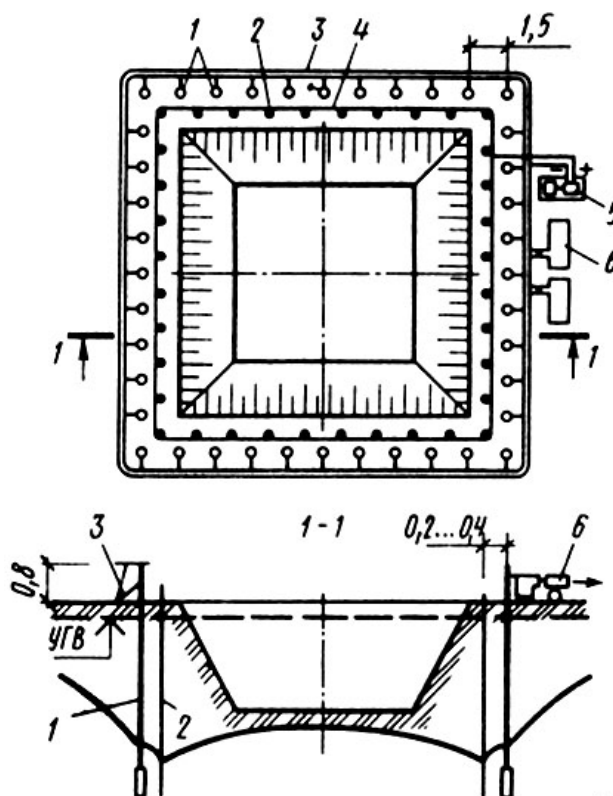


Рис. 5.5 - Схема водопонижения с использованием электроосмоса (размеры в м):

1 – иглофильтр (катод); 2 – труба (анод); 3 – коллектор; 4 – токопровод; 5 – генератор постоянного тока; 6 – насос

5.3. Обеспечение устойчивости стенок выемок, искусственное закрепление грунтов

Для уменьшения объемов земляных работ, а также в случаях, когда разработка выемок с откосами невозможна из-за стесненности площадки или наличия грунтовых вод, устраивают выемки с вертикальными стенками.

Временное крепление стенок земляного сооружения может быть выполнено в виде деревянного или металлического шпунта, деревянных щитов с опорными стойками, щитов с распорными рамами, с подкосным креплением стенок и ряда других конструкций (рис. 5.6).

Шпунтовое ограждение является наиболее надежным, но и самым дорогим из существующих способов. Применяют шпунт при разработке выемок в водонасыщенных грунтах вблизи существующих зданий. Шпунт, металлический или деревянный, забивают в грунт на глубину, превышающую глубину будущего котлована на 2...3 м (величина расчетная). Шпунт забивают до разработки выемки, чем обеспечивают устойчивое и естественное состояние грунта за пределами выемки.

В качестве металлических стоек используют прокатные профили (швеллер, двутавр, трубы) или специально выпускаемый прокат. Шпунт может быть сплошным в виде единой стенки. Если шпунт прерывистый, то между стойками по мере отрывки котлована забивают деревянную забирку – щиты, отдельные доски, брусья (фото рис. 5.6).

Распорное крепление применимо для узких траншей глубиной 2...4 м в сухих и маловлажных грунтах и состоит из вертикальных стоек, горизонтальных досок, дощатых (сплошных или несплошных) щитов и распорок, прижимающих стойки и щиты к стенкам траншеи. Стойки, как и распорки, устанавливают по длине траншеи через 1,5...1,7 м одна от другой и по высоте через 0,6...0,7 м (фото рис. 5.6).

В связных грунтах естественной влажности и глубиной до 3 м горизонтальную забирку устраивают из досок толщиной 5см с прозорами на ширину доски, при большей глубине забирку делают сплошной из щитов. Распорное крепление трудоемко и затрудняет производство работ в траншее, особенно при прокладке коммуникаций, поэтому если позволяют условия, то применяют другие виды креплений.



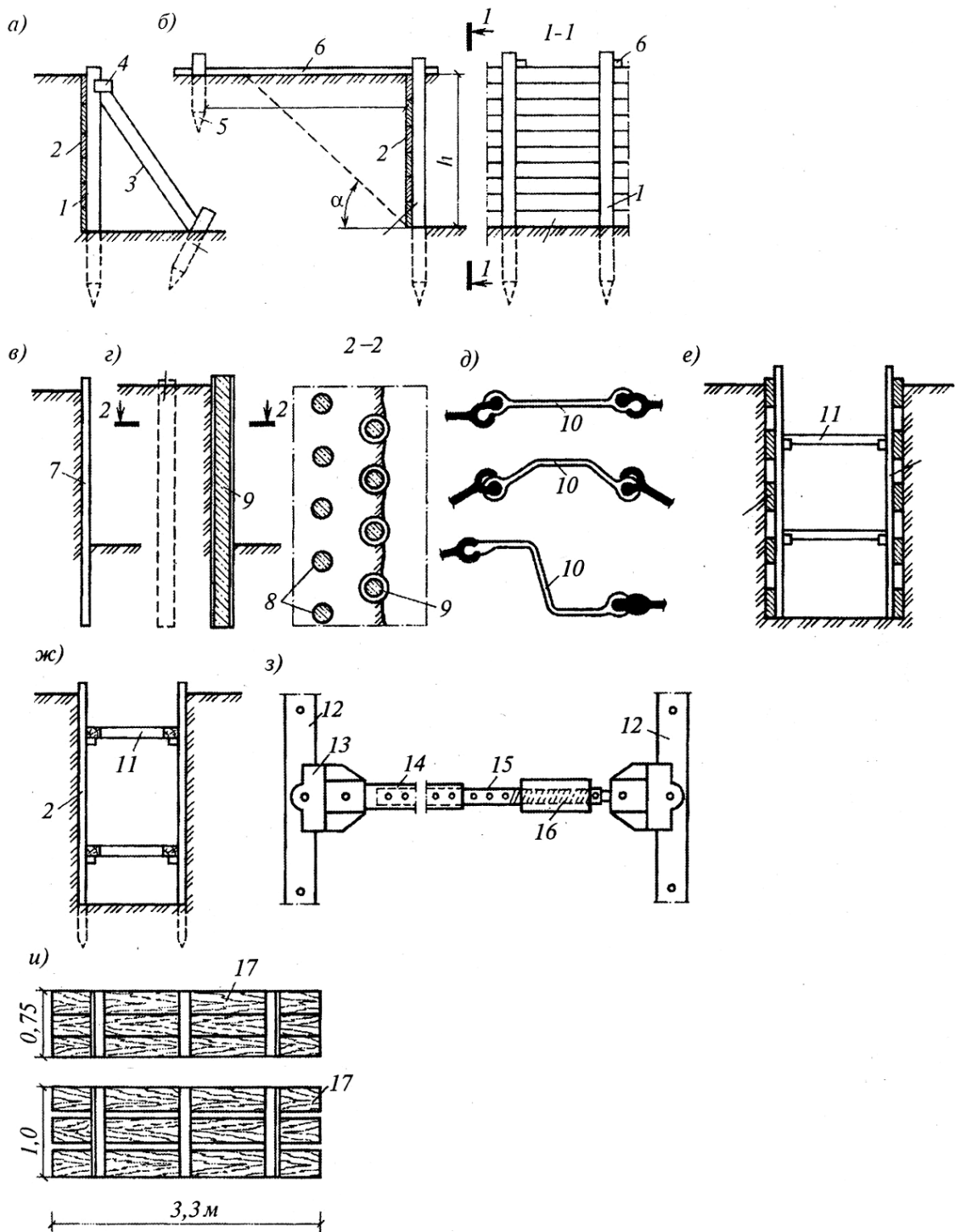


Рис. 5.6 - Способы крепления стенок выемок:

а) подкосное; б) анкерное; в) консольное; г) консольное из буронабивных свай или «стены в грунте»; д) из различных типов стальных шпунтов; е) распорное с горизонтальными щитами и прозорами; ж) консольно-распорное; з) – инвентарная трубчатая распорная рама; и) инвентарные щиты ограждений (забивка); 1 – стойка; 2 – забирка из досок; 3 – подкос; 4 – бобышка; 5 – анкер; 6 – оттяжка; 7 – шпунтовая стенка; 8 – буронабивные сваи; 9 – то же, в обсадной трубе; 10 – типы шпунта; 11, 13 – распорки; 12 – стойка распорной рамы; 14, 15 – наружная и внутренняя трубы; 16 – стяжная муфта; 17 – щиты забирки

Вместо деревянных стоек и распорок используют стальные трубчатые стойки и телескопические распорки, длина которых изменяется за счет вращения винтовых муфт. Эти **инвентарные распорные рамы** эффективны ввиду их малой массы, легкого монтажа и демонтажа. Металлические трубчатые стойки по высоте имеют отверстия для крепления распорок. **Распорка телескопического типа** состоит из наружной и внутренних труб, поворотной муфты и опорных частей. В зависимости от ширины траншеи расстояние между стойками устанавливают путем выдвигания внутренней трубы из наружной, которое фиксируется болтом-стопором, вставляемым в совмещенное отверстие труб. Полное прижатие щитов к стенкам выемки осуществляют поворотом до упора муфты с винтовой нарезкой.

Анкерное крепление. Для восприятия опрокидывающих моментов, возникающих от действия грунта на шпунтовые, свайные и другие ограждения выемок, применяют анкерные устройства (**грунтовые анкеры**). Технология устройства грунтовых анкеров различных видов рассматривается в 5 части УМК.

Наиболее простое и часто встречаемое **анкерное крепление** выполняется следующим образом. На уровне дна котлована или траншеи вдоль стенок забивают с шагом 1,5...2,0 м (в зависимости от глубины котлована и влажности грунта) стойки на глубину 0,5...1,0 м ниже уровня дна котлована. Эти стойки на уровне верха котлована оттягивают анкерными тягами в виде двух пластин, на расстояние, превышающее угол естественного откоса и прикрепляют эти пластины к наклонно забитому анкеру.

За установленными и закрепленными стойками укладывают щиты или доски. Анкерные тяги несколько заглубляют в грунт, чтобы они не мешали передвижению людей по бровке котлована.

Подкосное крепление обычно устраивают при отрывке широких котлованов с расположением внутри котлована. Крепление состоит из щитов или досок, прижатых к грунту стойками, раскрепленными подкосами с заземлением с помощью упоров. Вертикальные стойки приобретают устойчивость за счет наклонных подкосов и горизонтальных распорок, при этом получившийся треугольник устойчив от скольжения благодаря забиваемым наклонным анкерам в угле соединения распорки и подкоса.

Дощатые щиты устанавливают между стенками котлована и стойками, свободное расстояние между ними засыпают землей для создания цельной единой конструкции, которая всегда будет устойчивой. Подобное крепление используют ограниченно, так как подкосы и упоры, расположенные в котловане, усложняют производство основных работ.

По мере выполнения или окончания работ крепление котлованов и траншей **разбирают** снизу вверх.

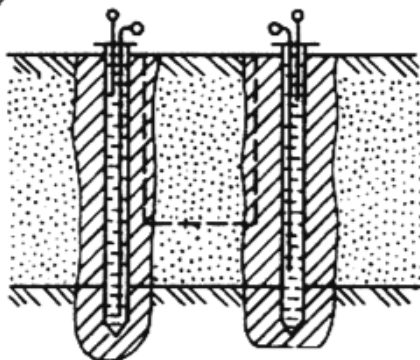
Искусственное закрепление грунтов. Закрепление грунтов применяют при создании вокруг разрабатываемых выемок водонепроницаемых завес или

повышения несущей способности грунтовых оснований. В зависимости от физико-механических свойств грунта и требуемых прочностных характеристик, назначения закрепления и других свойств укрепленного грунта применяют замораживание, цементацию, силикатизацию, битумизацию, термический, химический, электрохимический и другие способы искусственного закрепления грунта.

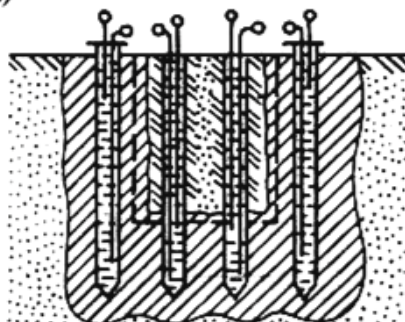
Замораживание грунтов применяют в сильно водонасыщенных грунтах (плывунах) при разработке глубоких выемок. Для этого по периметру котлована погружают замораживающие колонки из труб, соединенных между собой трубопроводом, по которому нагнетают специальную жидкость – рассол (растворы солей с низкой температурой замерзания), охлажденный холодильной установкой до минус 20...25 °С (рис. 5.7).



а)



б)



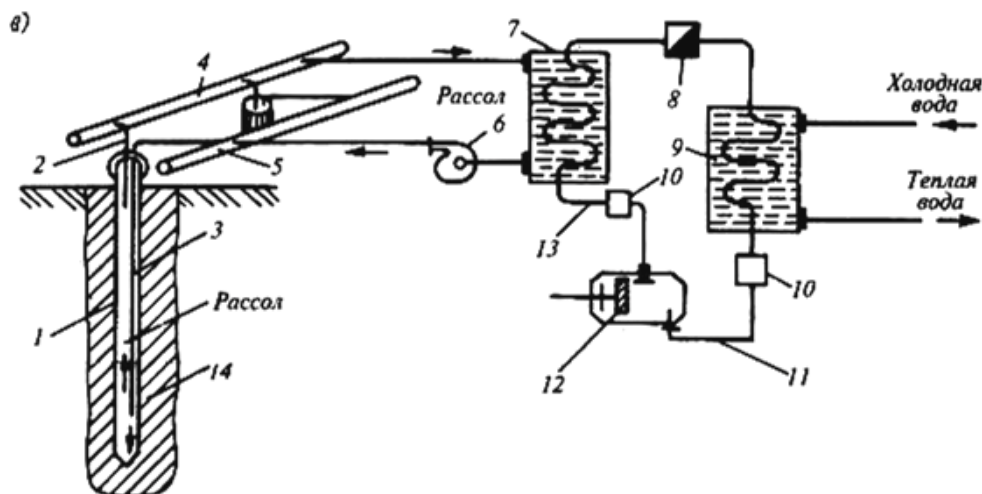


Рис. 5.7 - Схема искусственного замораживания грунтов:

а) при близком залегании водоупора; б) при глубоком залегании водоупора; в) схема холодильной установки; 1 – замораживающая колонка; 2 – отводящая труба; 3 – питающая труба; 4 – коллектор; 5 – распределитель; 6 – циркуляционный насос; 7 – испаритель; 8 – терморегулирующий вентиль; 9 – конденсатор; 10 – маслосборник; 11 – линия низкого давления хладоносителя; 12 – компрессор; 13 – линия высокого давления хладоносителя; 14 – замороженный грунт

Охлаждающие иглы состоят из наружных труб, закрытых и заостренных снизу, и внутренних, вставленных в них коаксиально и открытых снизу. Рассол поступает во внутреннюю трубу, а в нижней части колонки переходит в наружную трубу, по которой поднимается вверх, после чего направляется к следующей колонке.

Окружающий грунт замерзает концентрическими цилиндрами с постепенно увеличивающимися диаметрами. Эти цилиндры смерзаются в сплошную стенку мерзлого грунта, которая выполняет функцию конструкции ограждения временной выемки. Расстояние между колонками зависит от гидрогеологических и температурных условий производства работ, глубины выемки и назначается в среднем от 1,5 до 3 м.

Цементация осуществляется для закрепления крупно- и среднезернистых песков, а также трещиноватых скальных пород и выполняется путем нагнетания в грунт цементного раствора через инъекторы.

Инъектор (рис. 5.8) состоит из отдельных звеньев гладких и перфорированных труб длиной 1,5 м и внутренним диаметром 19...38 мм; внизу он имеет острый наконечник, а в верхней части – наголовник, к которому присоединяется шланг для подачи раствора под давлением.

На глубину до 15 м инъекторы погружаются забивкой пневматическими молотами, вибропогружателями, при больших глубинах погружения предварительно пробуривают скважины, в которые трубы и опускают. В зависимости от требуемых расчетных прочностных характеристик грунта через инъекторы подается цементный раствор состава от 1:1 до 1:10 по массе

(цемент : вода); оптимальное давление обычно соответствует 1 атм на 1 пог. м трубы иньектора.

Радиус закрепления в трещиноватых скальных породах достигает 1,2...1,5 м, в крупнозернистых песках – 0,5...0,75 м, в песках средней крупности – 0,3...0,5 м. Прочность укрепленных грунтов может достигать 3,5 МПа. Нагнетание раствора в скважину прекращают при достижении заданного поглощения или когда при заданном давлении резко снижается расход раствора (за 20 мин в скважину попадает менее 10 л раствора).

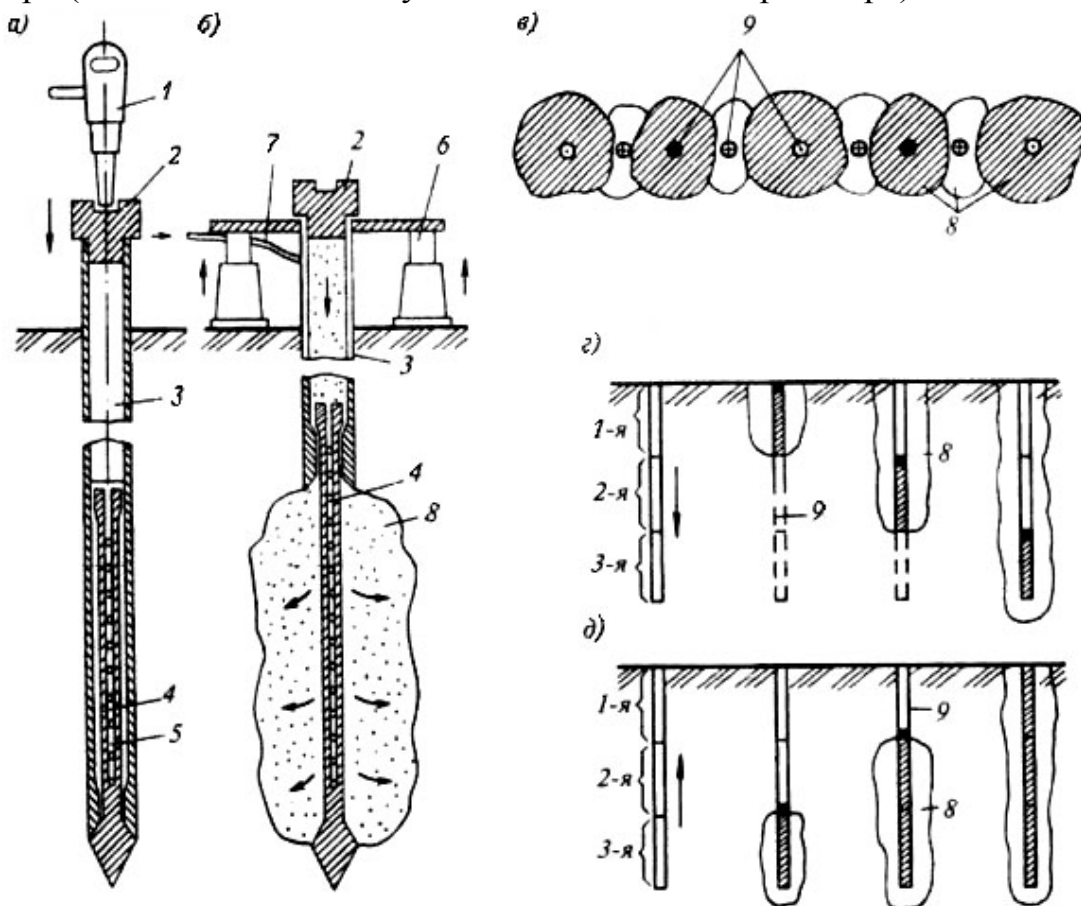


Рис. 5.8 - Цементация оснований: а) погружение иньектора; б) нагнетание раствора; в) последовательность нагнетания раствора при устройстве противодиффузионной завесы; г) схема цементации нисходящими зонами; д) схема цементации восходящими зонами; 1 – отбойный молоток; 2 – оголовок; 3 – труба-удлинитель; 4 – перфорированная часть с острием; 6 – домкраты; 7 – растворопровод; 8 – зоны цементации; 9 – скважины; 1-я, 2-я и 3-я – зоны цементации по высоте

Силикатизация (химический способ) – последовательное нагнетание в грунт водного раствора силиката натрия (жидкого стекла) и ускорителя твердения (раствора соли хлора, обычно хлористого кальция). Часто этот способ называют двухрастворным закреплением.

Применима силикатизация в песках, пlyingунах, лессовидных грунтах. Она позволяет повысить прочность, водонепроницаемость и общую устойчивость грунта.

Метод может применяться как в сухих, так и насыщенных водой грунтах, даже при высоких коэффициентах фильтрации от 2 до 80 м/сут. В грунт последовательно нагнетают при давлении до 15 атм (1,5 МПа) раствор жидкого стекла и хлористого кальция, которые в результате химической реакции образуют нерастворимое вещество (гель кремниевой кислоты), прочно соединяющее в единый монолит примыкающий естественный грунт (рис. 5.9).

Иньекторы изготавливают из стальных цельнотянутых труб с внутренним диаметром 19...38 мм и толщиной стенки не менее 5 мм. Нижняя перфорированная часть иньектора имеет длину 0,5...1,5 м. Насосы для нагнетания подбирают с расчетом подачи раствора в каждый установленный иньектор от 1 до 5 л/мин.



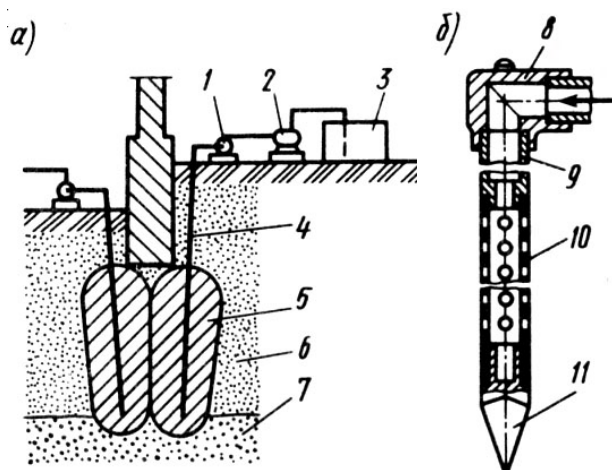


Рис. 5.9. Схема установки для химического закрепления грунтов: а) установка; б) иньектор; 1 – распределительный напорный коллектор; 2 – насос; 3 – емкость для раствора; 4 – иньектор; 5 – массив закрепленного грунта; 6 – слабый грунт; 7 – прочный подстилающий грунт; 8 – наголовник; 9 – глухие звенья; 10 – перфорированное звено (с отверстиями диаметром 1...3 мм); 11 – наконечник

При мелких пылеватых песках в грунт подают раствор фосфорной кислоты и жидкого стекла под давлением до 5 атм (0,5 МПа), в результате реакции также получается нерастворимый гель (кремниевой кислоты и фосфорнокислого натрия). Однорастворное закрепление из смеси силиката натрия и отвердителя применяют для слабодренирующих грунтов с коэффициентом фильтрации менее 0,3 м/сут. Прочность закрепленного грунта находится в пределах 0,3...0,6 МПа.

В лессовидные грунты нагнетают при давлении до 5 атм (0,5 МПа) только раствор жидкого стекла, который вступает в реакцию с содержащимися в этих грунтах солями кальция, в итоге также получается нерастворимый гель.

Способ силикатизации широко используется при проходке шахт и туннелей, при строительстве метрополитенов.

Битумизация применяется для закрепления песчаных и сильно трещиноватых грунтов, но что более важно – для прекращения через них фильтрации воды. Горячий битум нагнетают в грунт через **иньекторы**, установленные в пробуренных скважинах. К иньекторам, обогреваемым электрическим током, горячий битум подается из котлов насосом по трубам при давлении, достигающем 50...80 атм (5...8 МПа).

Иньектор состоит из двух труб, внутренняя с отверстиями для выхода битума, опускается в грунт ниже наружной, защитной трубы. Нагнетание битума осуществляется в несколько приемов. После первого нагнетания под давлением 2...3 атм (0,2...0,3 МПа) битуму дают возможность растечься по всем заполняемым полостям и начать затвердевать, уменьшаясь в объеме. Перед последующими нагнетаниями битум в скважине разогревают электронагревателями иньектора. Песчаные грунты можно закреплять холодной битумной эмульсией.

Термическое укрепление грунтов заключается в обжиге лессовидных и пористых суглинистых грунтов раскаленными газами через пробуренные в грунте скважины диаметром 10...20 см. Скважины пробуривают в шахматном порядке на расстоянии друг от друга 2...3 м и на глубину до 15 м, сверху устье скважины заканчивается бетонным оголовком, в котором размещается форсунка для сжигания топлива.

К форсунке по шлангам подается топливо и сжатый воздух. Топливо может применяться жидкое (нефть, мазут, соляровое масло) или газообразное (природный газ). Сжатый воздух подается под избыточным давлением, превышающим давление в трубопроводе с топливом, благодаря этому избыточное давление позволяет отрывать пламя от форсунки и распространять его на всю глубину скважины.

В процессе обжига в скважине поддерживается температура 600...1100 °С. За счет такой высокой температуры происходит процесс расплавления и последующего спекания грунта. Обжиг может продолжаться 5...10 сут, в результате образуется керамическая свая диаметром 2...3 м. Расход топлива за весь период обжига составляет до 100 кг/пог. м скважины. Прочность грунта в среднем 1,0...1,2 МПа, но может достигать до 10 МПа.

Электрическим способом закрепляют влажные глинистые грунты. Способ основан на использовании эффекта электроосмоса, для чего через грунт пропускают постоянный электрический ток с напряженностью поля 0,5...1 В/см и плотностью 1...5 А/м². В результате действия тока глина осушается, сильно уплотняется и теряет способность к пучению.

Электрохимическое закрепление грунтов. Это способ применяют для глинистых и илистых грунтов. В грунт параллельными рядами через 0,6...1,0 м забивают металлические стержни или трубы, по которым пропускают постоянный электрический ток напряжением 30...100 В и силой тока 0,5...7 А на 1 м вертикального сечения закрепляемого грунта.

При погружении в грунт чередуют через ряд металлические стержни (аноды) и трубы (катоды), через которые в грунт подается раствор хлористого кальция, силиката натрия, хлорного железа и других химических добавок, увеличивающих проходимость тока, а значит и интенсивность процесса закрепления грунта. Методы применимы при малых коэффициентах фильтрации грунта 0,2...2 м/сут.

В результате насыщения грунта раствором хлористого кальция и пропускания затем по этому грунту электрического тока в грунте происходят необратимые изменения, в частности, они перестают пучиниться, увеличиваются их прочностные характеристики.

5.4. Определение объемов земляных работ при разработке выемок, устройстве насыпей, при вертикальной планировке площадок

Объемы земляных работ подсчитывают по чертежам земляных сооружений, а также по натурным замерам в процессе производства работ, пользуясь формулами элементарной геометрии. При этом допускают, что отдельные неровности не влияют значительно на точность расчетов. При сложной форме сооружения его расчленяют на ряд простых геометрических фигур, объемы которых суммируют.

Объемы земляных работ подсчитывают в плотном (естественном) состоянии в м³, для некоторых процессов (планировка поверхности, откосов и т.д.) объемы работ выражают в м² поверхности. Если необходимо определить объем грунта в разрыхленном состоянии, учитывают коэффициент разрыхления. При наличии на одном объекте нескольких видов грунтов объемы их подсчитывают отдельно.

В практике строительства приходится главным образом рассчитывать объемы котлованов, траншей, работ по вертикальной планировке площадок.

Для подсчета объемов земляных работ существуют справочники, таблицы и номограммы. Объем работ подсчитывают также по разработанным программам с использованием вычислительной техники.

Подробное изложение методик определения объемов земляных работ при разработке котлованов, траншей, работ по вертикальной планировке площадок с рассмотрением примеров запланировано при проведении практических занятий и выполнении курсового проекта.

Объем **котлована** можно определить как объем геометрической фигуры усеченной пирамиды по формуле

$$V = H((2a + A)b + (2A + a)B)/6$$

где H – глубина котлована, вычисленная как разность между средней арифметической отметкой верха котлована по углам и отметкой дна котлована (рис. 5.10);

a, b – длины сторон дна котлована (принимают равными размерам нижней части фундамента у основания с рабочим зазором около 0,5 м с каждой стороны):

$$a = Fa + 0,5 \times 2, \quad b = Fb + 0,5 \times 2$$

где Fa, Fb – размеры нижней части фундамента, м;

A, B – длины сторон котлована поверху, м:

$$A = a + 2Hm, \quad B = b + 2Hm$$

где m – коэффициент откоса.

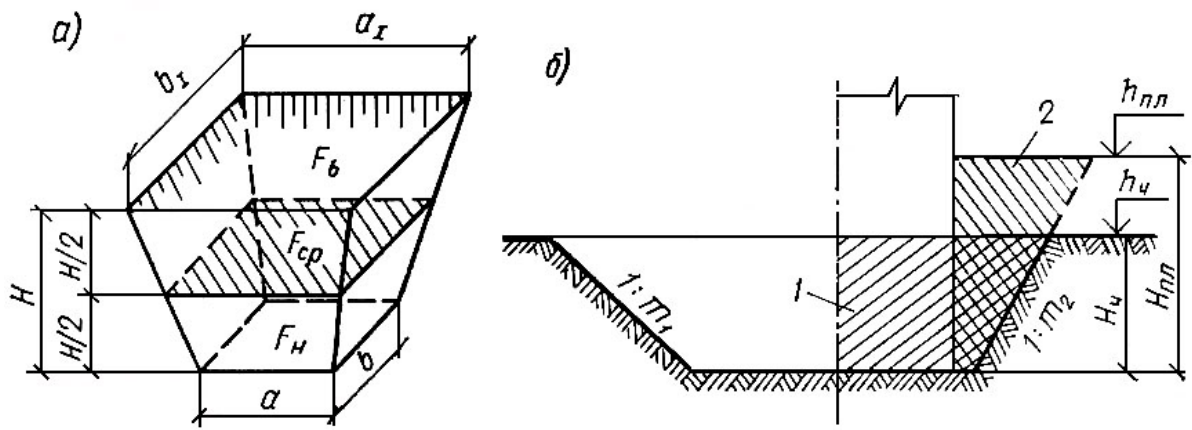


Рис.5.10 - Схема определения объемов котлованов:

а) геометрическая схема определения объема котлована; б) разрез котлована постоянного (откос 1 : m_2) и временного (откос 1 : m_1); 1 – объем выемки; 2 – объем засыпки

Для определения объема обратной засыпки пазух котлована нужно из объема котлована вычесть объем подземной части сооружения:

$$V_o = V - H F_a F_b.$$

При расчете объемов **траншей** и других линейно протяженных сооружений в составе их проектов должны быть представлены продольные и поперечные профили. Продольный профиль разделяют на участки между точками перелома по дну траншеи и по дневной поверхности.

Для каждого из таких участков объем траншеи вычисляют отдельно, после чего их суммируют. Траншея или **насыпь** на каждом из таких участков представляет собой трапециевидальный призматойд (рис. 5.11), объем которого может быть определен несколькими методами, например, по формуле Мурзо

$$V_y = F_{cp} + [m(H_1 + H_2)^2/12)]L,$$

где F_{cp} – площадь поперечного сечения на середине участка;
 L – длина участка.

Объемы земляных работ при вертикальной планировке площадок определяют по нивелировочной сетке квадратов или по сетке квадратов, нанесенной на план в горизонталях.

Вертикальная планировка наиболее рациональна при нулевом балансе земляных масс, то есть когда объемы грунта из выемок, соответствуют

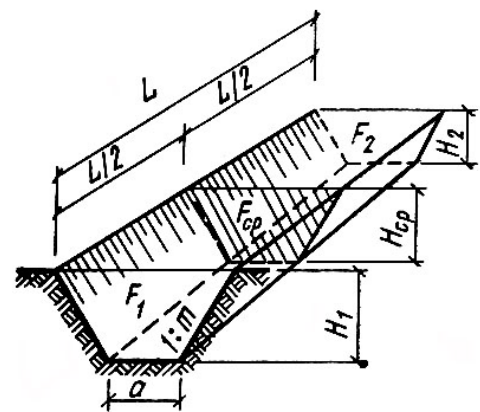


Рис. 5.11 - Схема определения объема траншеи

объемам грунта для возведения насыпей. Нивелировочная сетка или сетка, нанесенная на план в горизонталях (в зависимости от рельефа местности), состоит из квадратов со сторонами от 10 до 50 м. В сетке квадратов, нанесенной на план в горизонталях, отметки вершин всех квадратов (**черные отметки**) вычисляют интерполяцией по линии наибольшего ската между горизонталями.

Среднюю отметку поверхности площадки определяют по формулам, применяемым в зависимости от метода определения объемов работ – метода четырехгранных призм или метода трехгранных призм. При больших объемах выемок и насыпей учитывают также влияние остаточного разрыхления грунта путем пересчета объемов грунта насыпи и увеличения планировочной отметки.

Затем вычисляют проектные (красные) отметки с учетом заданной планировочной отметки (средней отметки поверхности) и заданного уклона.

Для подсчета объемов работ на вершинах сетки квадратов или треугольников наносят отметки проектной поверхности – **красные отметки**. Рабочие отметки вычисляют как разность между проектными (красными) и черными отметками.

Рабочие отметки со знаком плюс указывают на необходимость устройства насыпи, со знаком минус – выемки. Проектную (красную) отметку надписывают в верхнем правом углу квадрата, черную – в правом нижнем углу, а рабочую – в верхнем левом углу.

Квадраты и треугольники с рабочими отметками разных знаков называют **переходными**.

На сторонах переходных квадратов (треугольников) графически или аналитически определяют положение **нулевых точек**. Кривая на плане площадки, проведенная через нулевые точки переходных квадратов (**линия нулевых работ**), ограничивает участки выемки и насыпи.

По сетке квадратов объем земляного тела насыпи или выемки определяют как сумму объемов грунта, расположенного в пределах отдельных одноименных и переходных квадратов (треугольников), в которых объемы вычисляют по соответствующим формулам, заложенным в программы ЭВМ, а также приведенным в геодезических справочниках.

При проектировании рельефа площадки без нулевого баланса ее проектную поверхность определяют, исходя из заданных условий, оговоренных в проекте всего сооружения, то есть не вычисляя среднюю планировочную отметку.

Объемы грунтов насыпи и выемки необходимо подсчитывать с учетом грунта откосов, устраиваемых по контуру планируемой площадки. Вычисления объемов по сетке квадратов треугольников сводят в таблицу, которая называется **сводным балансом земляных масс**. Между суммарными

значениями прихода и расхода грунта при нулевом балансе может образоваться разрыв, величина которого не должна превышать 5 %.

Основными документами, отражающими соотношение объемов грунта выемок и насыпей, являются **ведомость баланса земляных масс на площадке** и **план распределения земляных масс на площадке** (рис. 5.12).

Для составления плана распределения земляных масс зоны выемки и насыпи разбиваются на ряд смежных участков с эквивалентными объемами. Затем намечаются возможные резервы и отвалы грунта.

На основании анализа ряда возможных вариантов выбирается наиболее экономичный.

Основным показателем эффективности того или другого варианта

является стоимость работ, отнесенная на 1 м³ разрабатываемого грунта и зависящая в основном от дальности перемещения грунта.

При необходимости перемещения грунта на значительное расстояние, даже при ранее намечаемом нулевом балансе земляных масс, на площадке может оказаться целесообразным такой вариант, при котором грунт из отдельных участков выемки укладывается в близлежащие отвалы, а его потребность в насыпях компенсируется за счет разработки резервов. Осуществление такого варианта требует наличия свободной территории для образования резервов и отвалов грунта.

Определение средней дальности перемещения грунта. Трудоемкость и стоимость земляных работ при планировке площадок зависят не только от объемов, но и от средней дальности перемещения грунта из выемки в насыпь.

Средняя дальность перемещения грунта это расстояние между центрами тяжести массивов выемки и насыпи. Она определяется аналитическим или графическим методом. **Аналитический метод** определения среднего расстояния перемещения грунта основан на вычислении координат центров тяжести выемки и насыпи и определении расстояния между ними. Координаты центра тяжести выемки или насыпи относительно произвольно выбранных осей вычисляются по формулам:

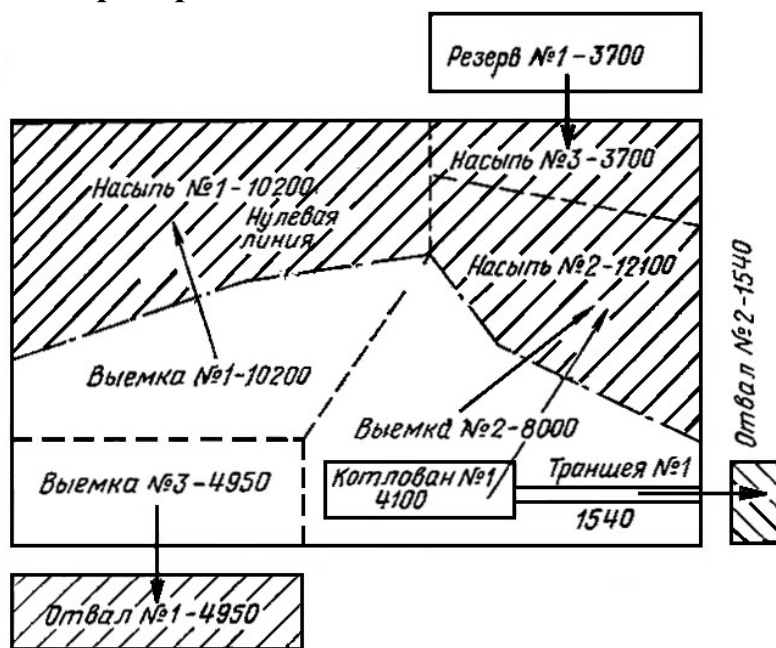


Рис. 5.12 - План распределения земляных масс на площадке

$$X_{H(B)} = \sum_{i=1}^n (V_i X_i / V_i),$$

$$Y_{H(B)} = \sum_{i=1}^n (V_i Y_i / V_i),$$

где V_i – объемы грунта в пределах простейших фигур выемки или насыпи, m^3 ;
 X_i, Y_i – координаты центров тяжести простейших фигур, m .

Расстояние между центрами тяжести выемки и насыпи определяется по формуле

$$L = \sqrt{(X_B - X_H)^2 + (Y_B - Y_H)^2}.$$

При **графическом методе** площадка вычерчивается с сеткой квадратов и указанием положения нулевой линии, рабочих отметок и объемов грунта по каждому квадрату (рис. 5.13).

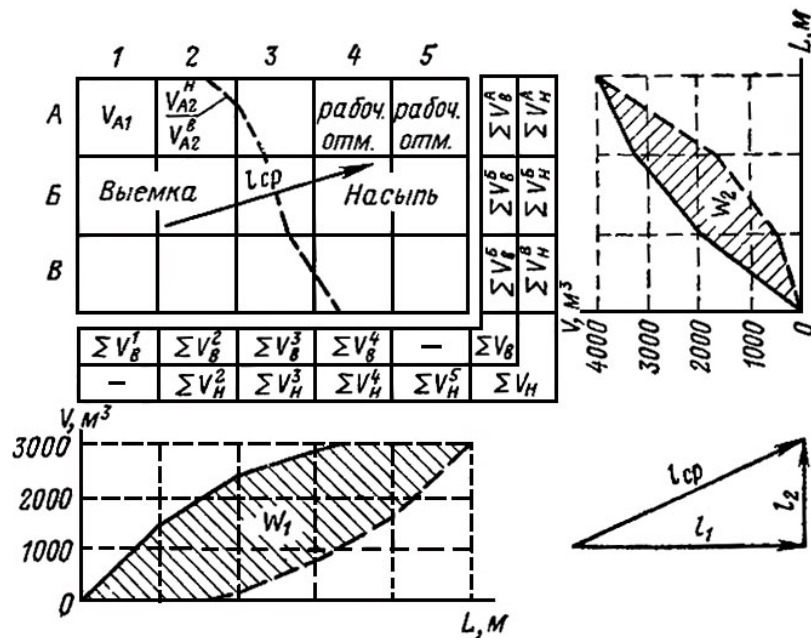


Рис. 5.13 - Схема определения среднего расстояния перемещения грунта графоаналитическим методом

Объемы выемок и насыпей суммируются по вертикальным колонкам и горизонтальным рядам квадратов. Далее строятся кривые объемов выемок и насыпей по нарастающим итогам. Заключенная между кривыми площадь представляет собой произведение объема грунта на соответствующую проекцию среднего расстояния его перемещения:

$$W_1 = VL_1, \quad W_2 = VL_2,$$

откуда

$$L_1 = W_1 / V, \quad L_2 = W_2 / V.$$

Среднее расстояние перемещения грунта:

$$L = \sqrt{L_1^2 + L_2^2}.$$

Рассмотренные методы дают высокую точность результатов.

Объемы выемок и насыпей суммируются по вертикальным колонкам и горизонтальным рядам квадратов. Далее строятся кривые объемов выемок и насыпей по нарастающим итогам. Заключенная между кривыми площадь представляет собой произведение объема грунта на соответствующую проекцию среднего расстояния его перемещения:

$$W_1 = VL_1, \quad W_2 = VL_2,$$

откуда

$$L_1 = W_1 / V, \quad L_2 = W_2 / V.$$

Среднее расстояние перемещения грунта:

$$L = \sqrt{L_1^2 + L_2^2}.$$

Рассмотренные методы дают высокую точность результатов.

Шахматный баланс грунтовых масс – это такая форма представления вычисленных объемов земляных работ, в которой учитывается пункт укладки каждого объема земли, добываемого на отдельном объекте или участке планировочной выемки.

При распределении земляных масс по шахматному балансу следует принимать оптимальные расстояния перемещения грунта для тех механизмов, которые применены для выполнения работ на данном объекте.

Объемы работ по послойному уплотнению насыпей вычисляют как суммарную площадь последовательно уплотняемых слоев:

$$F_y = V_H/h_y$$

где F_y – суммарная площадь уплотнения, м²;

V_H – геометрический объем насыпи, подлежащей уплотнению, м³;

h_y – толщина последовательно уплотняемых слоев, зависящая от рода грунта и вида уплотняющего оборудования, м.

Рекомендации для студентов:

Степень усвоения темы можно проверить, ответив на вопросы контрольного тестирования - раздел 3 «Контроль знаний»

ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКИ ГРУНТА

Рассматриваемые вопросы:

6.1. Способы механизированной разработки грунта. Разработка грунта одноковшовыми экскаваторами с различным рабочим оборудованием. Транспортирование грунта.

6.2. Разработка грунта многоковшовыми экскаваторами. Область применения многоковшовых экскаваторов.

6.3. Разработка грунта землеройно-транспортными машинами - бульдозерами, скреперами, грейдерами.

6.1. Способы механизированной разработки грунта. Разработка грунта одноковшовыми экскаваторами с различным рабочим оборудованием. Транспортирование грунта

Механический метод разработки грунта основан на применении для разработки, перемещения, укладки, разравнивания и уплотнения грунта машин и механизмов.

Производство земляных работ в общем случае состоит из трех процессов: разработка выемки, транспортирование грунта, отсыпка насыпи – при этом ведущим является процесс разработки грунта. Разработка выемок производится тремя **основными способами**: резанием, размывом струей и взрывным способом.

При механическом способе разработки на грунт действует усилие резания (скалывания) рабочего органа различных машин. В результате определенные порции грунта отделяются от массива и могут быть перемещены и уложены в насыпь.

При разработке **способом резания применяют** землеройные, землеройно-транспортные и землеройно-планировочные машины.

Землеройные машины: экскаваторы, канавокопатели – предназначены только для разработки грунта.

Землеройно-транспортные машины: скреперы и бульдозеры – предназначены для разработки грунта в выемке, транспортирования его и отсыпки в насыпи. Эти машины обеспечивают полную механизацию всего комплексного процесса производства земляных работ.

Землеройно-планировочные машины: прицепные и самоходные грейдеры и бульдозеры – предназначены для разработки, перемещения и планирования грунта.

Для разработки грунта разрывом струей воды и перемещения разжиженного грунта по трубам применяются **гидромониторы, землесосные установки.**

Эффективной формой механизированного способа производства земляных работ является комплексная механизация. Основным принципом комплексной механизации заключается в том, что все машины, занятые на выполнении процессов и операций, должны соответствовать друг другу своими технико-экономическими и технологическими параметрами. В этом случае вводится понятие комплекса (системы) машин, а весь производственный процесс называют комплексно-механизированным технологическим процессом производства земляных работ.

В зависимости от выполняемых технологических процессов, машины для земляных работ можно разделить на следующие группы: экскаваторы; землеройно-транспортные машины; погрузчики; машины для уплотнения грунта; машины и оборудование для разработки мерзлых грунтов; машины и оборудование для подготовительных работ; машины и оборудование для бурения скважин; машины для гидромеханической разработки грунта; машины для транспортировки грунта.

Основную долю земляных работ (около 45 %) выполняют **одноковшовые экскаваторы (ЭО)**. Главный параметр ЭО – вместимость ковша, м³. Для разработки грунта ЭО в промышленном и гражданском строительстве используют экскаваторы с ковшом вместимостью 0,15 – 2 м³, реже до 4 м³. В различных отраслях промышленности (угольная, горнодобывающая) применяют одноковшовые экскаваторы с вместимостью ковша до 100 м³.

Классификация одноковшовых экскаваторов дана в ГОСТ 30067-93 **Экскаваторы одноковшовые универсальные полноповоротные. Общие технические условия.**

Экскаваторы одноковшовые различают:

- **по ходовому устройству:** гусеничные, гусеничные с увеличенной опорной поверхностью гусениц и колесные;
- **по приводу:** механический, гидравлический шарнирно-рычажный; гидравлический телескопический.

Преимущества гидравлических:

- большая производительность машин в среднем на 30...35 %;
- более широкая номенклатура сменных рабочих органов;

- большее количество основных и вспомогательных движений рабочего оборудования;
- более простая кинематика трансмиссии и рабочего оборудования;
- меньшие габариты машины;
- плавность движения и точная ориентация рабочего органа;
- большее (в 1,5...2 раза) усилие копания;
- лучшие условия труда машиниста.

Сменные рабочие органы гидравлических экскаваторов показаны на рис.6.1

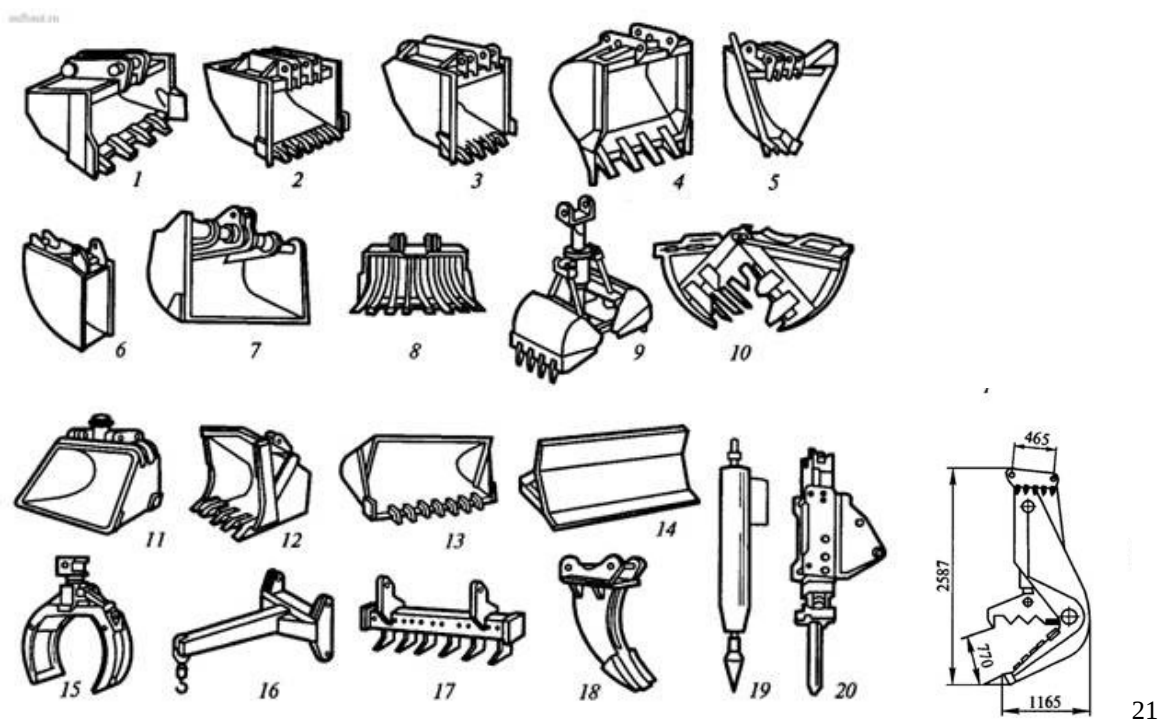


Рис.6.1 - Сменные рабочие органы гидравлических экскаваторов

- 1-3 -ковши обратных лопат; 4 – ковш прямой лопаты;
- 5 –ковш для дренажных работ; 6- ковш для узких траншей;
- 7,8 – ковши для планировочных и зачистных работ;
- 9- грейфер для рытья котлованов и траншей;
- 10- грейфер для погрузки крупнокусковых материалов и камней;
- 11...13 – ковши погрузочные; 14– бульдозерный отвал;
- 15- захват для труб и бревен; 16- крановый подвес;
- 17,18- рыхлители; 19,20- гидравлические и гидропневматические молоты;
- 21- гидравлические ножницы

Строительные экскаваторы выпускают на гусеничном и пневмоколесном ходу. Наиболее распространенными видами рабочего оборудования являются **прямая, обратная лопаты, драглайн и грейфер** (рис. 6.2).

Процесс разработки грунта экскаватором с любым видом рабочего оборудования складывается из чередующихся в определенной **последовательности операций** в одном цикле: резание грунта и заполнение ковша, подъем ковша с грунтом, поворот экскаватора вокруг оси к месту выгрузки, выгрузка грунта из ковша, обратный поворот экскаватора, опускание ковша и подача его в исходное положение.

Пределные размеры выемок, которые могут быть выполнены ЭО с одной стоянки, зависят от его рабочих параметров.

Основными рабочими параметрами одноковшовых экскаваторов при разработке выемок являются:

- максимально возможная высота копания $+H$ (для экскаватора прямая лопата). Знак «+» показывает, что экскаватор копает выше своей стоянки;
- глубина копания (резания) $-H$ (для других типов экскаваторов). Знак «-» показывает, что экскаватор копает ниже своей стоянки;
- наибольший и наименьший радиусы копания на уровне стоянки экскаватора R_{max} и R_{min} соответственно;
- радиус выгрузки R_b ;
- высота выгрузки H_b .

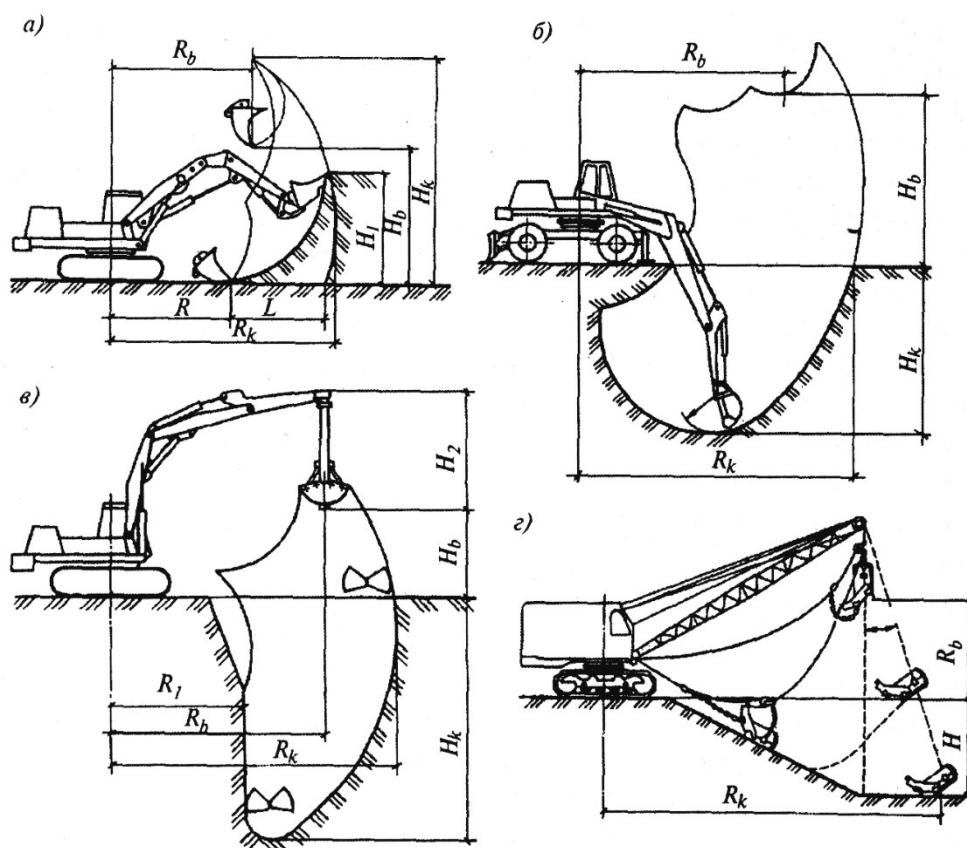


Рис. 6.2 - Схемы работы гидравлических экскаваторов и профили забоев:
 а) с прямой лопатой; б) с обратной лопатой; в) с грейферным оборудованием;
 г) с оборудованием драглайн

Разработку грунта ЭО ведут позиционно. Зону, в которой действует экскаватор на данной позиции, называют **забоем**. В нее входят площадка, на которой находится экскаватор, часть массива грунта, разрабатываемого с одной стоянки, и площадка, на которой устанавливается транспорт под погрузку или размещается отвал грунта. По окончании разработки грунта в данном забое экскаватор перемещается на новую позицию.

Экскаватор и транспортные средства должны быть расположены в забое таким образом, чтобы средняя величина угла поворота экскаватора от места заполнения ковша до места его выгрузки была минимальной, так как на время поворота стрелы может расходоваться до 70 % рабочего времени цикла экскаватора.

Большинство одноковшовых строительных экскаваторов это универсальные машины, которые могут быть оснащены различными видами сменного рабочего оборудования. В последние годы в связи с широким распространением гидропривода универсальность ЭО еще более возросла, что значительно расширяет его технологические возможности.

Использование сменного рабочего оборудования дает возможность механизировать такие процессы как: зачистка дна выемок; дробление и удаление негабаритов и валунов; отделка поверхности откосов земляного сооружения, дна выемок; послойное уплотнение грунта в стесненных условиях, при устройстве обратных засыпок; рыхление мерзлого и труднорабатываемого грунта.

Предполагается, что и в дальнейшем развитие одноковшовых экскаваторов будет связано с совершенствованием их технологических характеристик, разработкой рабочих органов, позволяющих гибко реагировать на изменяющиеся условия производства работ. Это позволит в полной мере использовать потенциальные возможности гидравлических машин, представляющих собой пример современных манипуляторов.

В зависимости от условий строительной площадки выбор экскаватора начинают с определения наиболее целесообразных **вместимости ковша и типа экскаватора**, а также требуемых параметров – длины стрелы, радиуса резания, выгрузки и др. Выбор сменного оборудования экскаватора зависит от уровня грунтовых вод и характера разрабатываемой выемки (траншея, узкий или широкий котлован). На рис. 6.3 представлены **обобщенные схемы проходов** при работе экскаваторов различных видов.

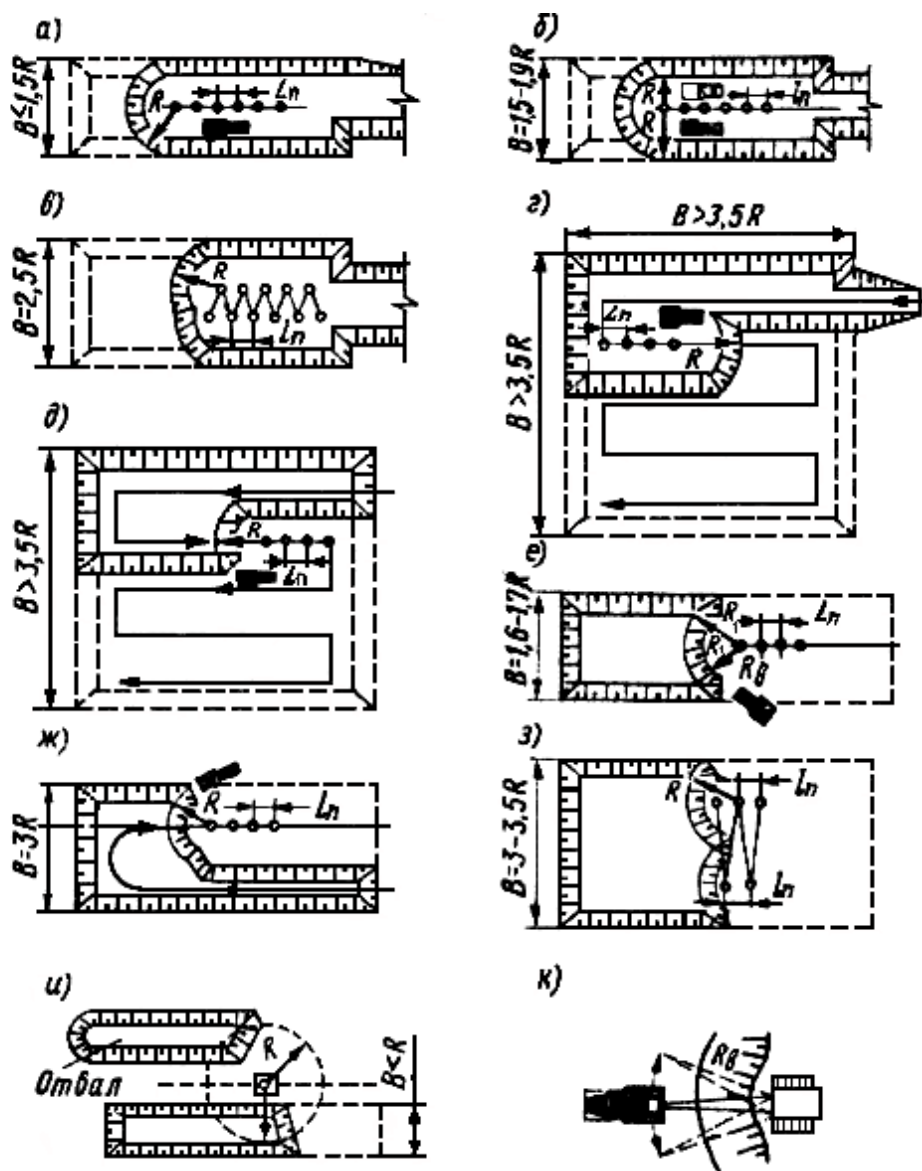


Рис. 6.3 - Схемы проходок при разработке грунта одноковшовыми экскаваторами: а) лобовая проходка прямой лопаты с односторонним расположением транспорта; б) то же, с двусторонним; в) лобовая расширенная проходка при зигзагообразном движении прямой лопаты; д), ж) торцевые проходки обратной лопаты или драглайна; з) уширенная торцевая проходка при зигзагообразном перемещении обратной лопаты или драглайна; у) боковая проходка обратной лопаты или драглайна; к) поперечно-челночная проходка драглайна; R – радиус резания; $R_{в}$ – радиус выгрузки; l_n – длина передвигки; B – ширина котлована

Проходка - это выемка, образованная одним ходом экскаватора. По характеру разработки грунта проходки могут быть:

- торцевыми (лобовыми);
- боковыми.

При **торцевой (лобовой) проходке** экскаватор движется по оси выемки и разрабатывает грунт впереди себя и по обе стороны от оси.

При боковой проходке - с одной стороны по ходу движения. Характер проходки зависит от глубины и ширины котлована и условий его разработки.

Основное рабочее оборудование ЭО используют в зависимости от характера выполняемых работ.

Экскаватор с прямой лопатой – для разработки грунтов, расположенных выше стоянки экскаватора, выемки грунтов из котлованов и резервов с их погрузкой в транспорт.

Прямая лопата представляет собой открытый сверху ковш с режущим передним краем. Ковш шарнирно соединен с рукоятью, которая, в свою очередь, шарнирно соединена со стрелой машины и выдвигается вперед при помощи напорного механизма. Конструкция экскаватора позволяет ему копать ниже уровня своей стоянки не более чем на 10...20 см, нормативная производительность может быть достигнута при высоте забоя не менее 1,5 м. Опорожняется ковш путем открытия его днища. Такая конструкция прямой лопаты обеспечивает ей наибольшую производительность за счет наполнения ковша «с шапкой».

Нецелесообразно использование экскаватора, если уровень грунтовых вод выше подошвы выемки, так как движение экскаватора и транспортных средств по мокрому грунту затруднено.

Процесс выемки грунта осуществляется лобовыми и боковым забоями (рис. 6.4).



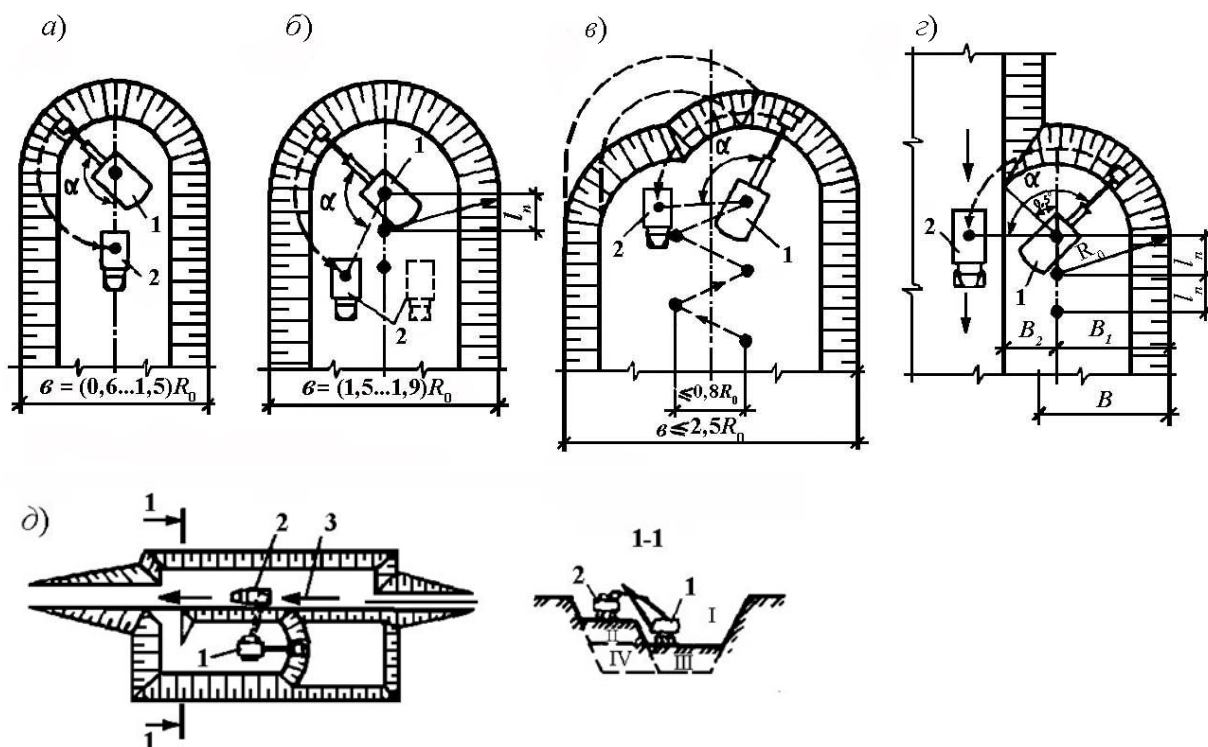


Рис. 6.4 - Схемы проходок экскаватора с рабочим оборудованием «прямая лопата»:
 а) лобовая (торцевая) проходка; б) то же с двусторонним расположением транспорта;
 в) уширенная лобовая проходка с движением экскаватора «зигзаг»; г) боковая проходка; д) разработка котлована по ярусам; I, II, III, IV – ярусы разработки;
 1 – экскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – направление движения транспорта

Лобовой забой применяют при разработке экскаватором грунта впереди себя и отгрузке его на транспортные средства, которые подаются к экскаватору по дну забоя или сбоку по естественной поверхности земли. В первом случае автомобили подходят задним ходом попеременно то с одной, то с другой стороны забоя, размер которого понизу не должен быть менее 7 м. При таких условиях работы угол поворота экскаватора достигает 140... 180°, что значительно снижает его производительность. По этим причинам лобовой забой используют крайне редко, в основном при устройстве въездного пандуса в котлован или при разработке первой (пионерской) проходки.

В технических характеристиках приведены обычно максимальные значения показателей, например, радиуса резания и др. Но работа на максимальных значениях показателей приведет к быстрому износу экскаватора, поэтому необходимо назначать оптимальные рабочие параметры – обычно 0,9 P_{max} (например, оптимальный радиус резания $R_0 = 0,9 R_{max}$).

В зависимости от ширины проходки лобовые забои подразделяют на **узкие** (ширина проходки менее 1,5 размера оптимального радиуса резания R_o), **нормальные** (ширина – (1,5...1,9) R_o) и **уширенные** (ширина – (2...2,5) R_o).

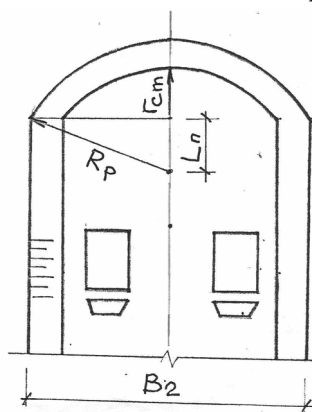
При узких забоях самосвалы подают под загрузку с одной стороны сзади экскаватора, а при нормальных – с обеих сторон экскаватора попеременно, что исключает простои экскаватора при смене транспортных средств. При данных забоях экскаватор перемещается прямолинейно по оси забоя.

В некоторых случаях разработку грунта ведут уширенным забоем с перемещением экскаватора по зигзагу. В уширенных забоях сокращаются холостые проходки экскаватора и облегчаются условия маневрирования и установки под погрузку самосвалов.

Ширина лобовых проходок:

1. Грунт разрабатывается в транспортное средство в забое:

$$B_l = 2\sqrt{R_p^2 - L_n^2}$$



Ширина зигзагообразной проходки:

$$B_3 = 2\sqrt{R_o^2 - L_n^2} + 2R_c,$$

где R_o – оптимальный радиус резания экскаватора;

L_n – длина рабочей передвижки экскаватора (разность между максимальным и минимальным радиусом резания);

R_c – радиус резания на ровне стоянки.

2. Грунт разрабатывается в транспортное средство на бровке забоя.

Ширина торцевой проходки поверху определяется по формуле

$$B_l = \sqrt{R_p^2 - L_n^2} + \left(R_s^m - \frac{b_T}{2} - 1 \right)$$

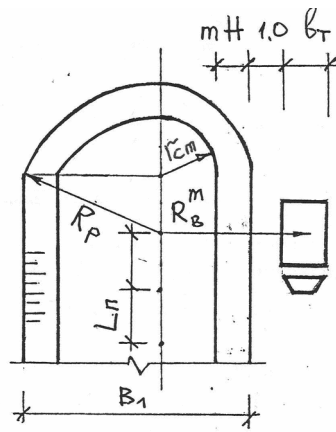


Рис.6.8 - Торцевая проходка с выгрузкой грунта в транспортное средство на бровке забоя

где R_e^m - макс. радиус выгрузки при требуемой высоте

глубина проходки H_K \hat{c} $H_B - h_{TP} - 0,8$;

H_B - высота выгрузки;

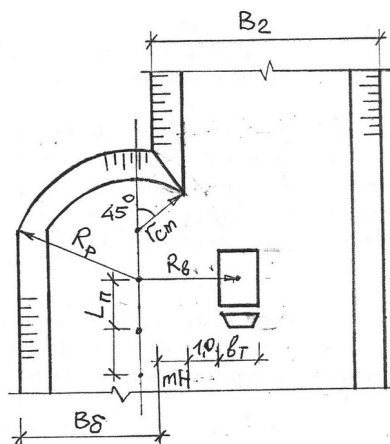
h_{TP} - высота тр. средства;

0,8 - запас на загрузку выше борта.

Более эффективным является разработка грунта **боковым забоем**, когда заполнение ковша грунтом осуществляется преимущественно с одной стороны движения экскаватора и частично впереди себя. По этой схеме транспорт подается под загрузку сбоку выработки, чем достигается значительное уменьшение угла поворота стрелы экскаватора (в пределах 70...90°) при погрузке грунта в транспортные средства. В боковых забоях транспортные пути проходят параллельно оси перемещения экскаватора и, как правило, на уровне его стоянки.

Ширина боковой проходки проходки определяется по формуле

$$B_6 = \sqrt{R_p^2 - L_n^2} + (R_B - mH - 1 - b_T/2)$$



где B_2 - ширина торцевой проходки, м;

Выемки, глубина которых превышает максимальную высоту забоя для данного типа экскаватора, разрабатывают в несколько ярусов.

Экскаватор с обратной лопатой – для разработки грунтов, находящихся ниже уровня стоянки экскаватора, преимущественно при рытье траншей, небольших котлованов и резервов с погрузкой грунта в транспорт и укладкой в отвал. Затраты времени на один цикл экскаватора с обратной лопатой на 10...15 % больше, чем у прямой лопаты. Поярусная разработка выемок при этом виде оборудования не практикуется.

Обратная лопата – это открытый снизу ковш с режущим передним краем, шарнирно соединенный с рукоятью, которая, в свою очередь, шарнирно соединена со стрелой. По мере протягивания назад ковш заполняется грунтом. Затем при вертикальном положении рукояти ковш переводят к месту выгрузки и разгружают путем подъема с одновременным опрокидыванием.

Разработку грунта экскаватором «обратная лопата» производят боковым и лобовыми забоями с погрузкой грунта в транспорт или в отвал (рис. 6.5). При боковом забое экскаватор разрабатывает выемки сбоку, ширина выемки ограничена радиусом резания (оптимально $0,8 R_{рез}$), разработка грунта осуществляется поперек гусеничной ленты, то есть при наименее устойчивом положении экскаватора. При **лобовом** забое черпание грунта производят при постепенном движении экскаватора задним ходом, разгрузку выполняют в транспортные средства, которые подаются к экскаватору по дну забоя или сбоку по естественной поверхности земли. Ширина забоя ограничивается только требованием нормальной производительности механизма и составляет $1,5...1,6 R_{рез}$. При лобовом забое экскаватор опускает стрелу с рукоятью в самое нижнее положение между гусеницами, поэтому глубина разработки узких траншей больше, чем широких.

Наименьшую глубину забоя определяют из условия наполнения ковша с «шапкой» (для несвязных грунтов – $1...1,7$ м, а для связных – $1,5...2,3$ м). Ширина проходки зависит от наибольшего радиуса: ее принимают в размере $B = (1,2...1,5)R_0$ при погрузке в транспорт и $B = (0,5...0,8)R_0$ при укладке в отвал.

Отрывку котлована шириной $12...14$ м обычно осуществляют **лобовой проходкой** при перемещении экскаватора по зигзагу, а при большей ширине – **поперечно-торцовой**.

В соответствии с действующими нормативными документами основным рабочим оборудованием для экскаваторов в настоящее время является обратная лопата. Экскаватор может комплектоваться оборудованием: прямая лопата, жесткий грейфер, гидромолот, зубрыхлитель, а также сменными ковшами различной вместимости и назначения.

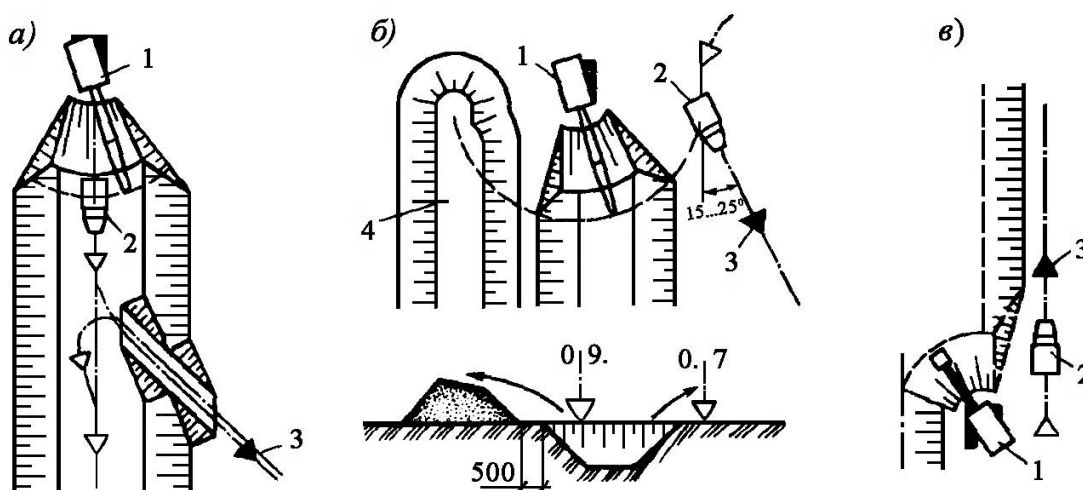


Рис. 6.5 - Схемы проходок экскаватора с рабочим оборудованием «обратная лопата»:
 а) лобовая проходка при погрузке грунта в транспорт, подаваемый по дну забоя;
 б) то же, подаваемый на уровне стоянки экскаватора и во временный отвал;
 в) боковая проходка; 1 – экскаватор; 2 – автосамосвал;
 3 – направление движения транспорта; 4 – отвал

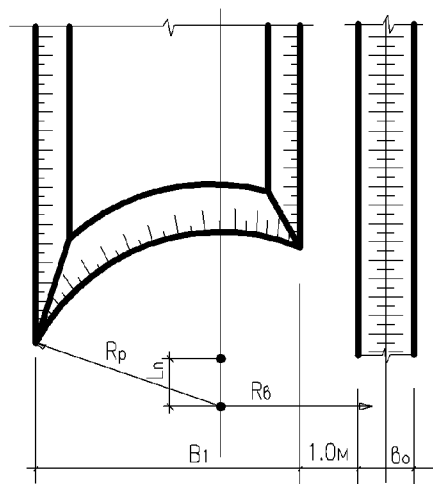
В отдельных случаях ЭО (особенно экскаваторами старых марок, в том числе с канатным управлением) отрывают котлованы и траншеи на глубину, несколько меньшую проектной, оставляя так называемый недобор слоем 5... 10 см для того, чтобы избежать повреждения основания и не допустить переборов грунта. Для повышения эффективности работы экскаваторов в таких случаях можно применять скребковый нож, насаживаемый на ковш экскаватора. Это приспособление позволяет механизировать операцию по зачистке дна котлованов и траншей и вести их с точностью ± 2 см, что исключает необходимость ручных доработок.

Рассмотрим как рассчитываются **торцевые (лобовые) проходки**:

1. Грунт разрабатывается только в отвал. Ширина торцевой проходки поверху определяется по формуле:

$$B_1 = \left(R_{\epsilon} - \frac{b_0}{2} - 1 \right) + \sqrt{R_p^2 - L_n^2}$$

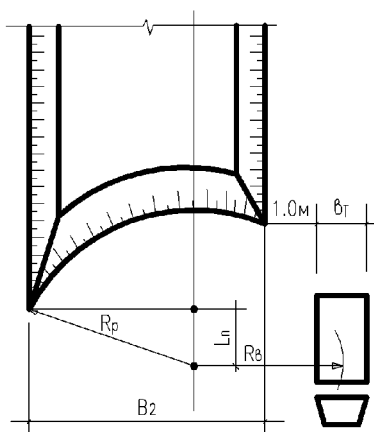
a)



2. Грунт разрабатывается в транспортные средства - ширина торцевой проходки поверху определяется по формуле:

$$B_2 = \left(R_{\epsilon} - \frac{b_T}{2} - 1 \right) + \sqrt{R_p^2 - L_n^2}$$

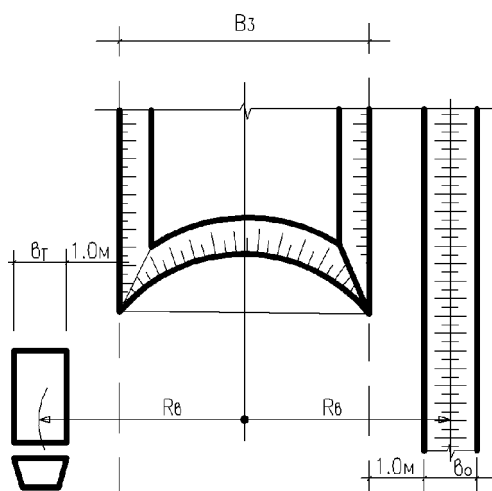
б)



3. Грунт разрабатывается с выгрузкой в обе стороны (в отвал и транспортное средство), ширина торцевой проходки поверху определяется по формуле:

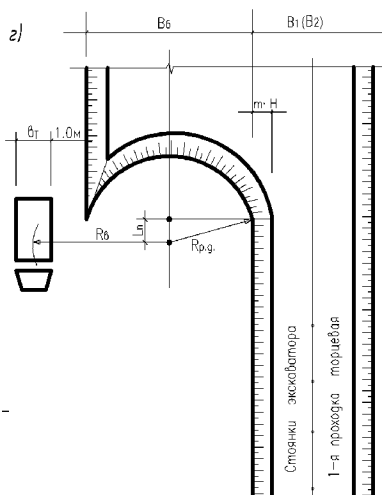
$$B_3 = \left(R_в - \frac{b_0}{2} - 1 \right) + \left(R_в - \frac{b_T}{2} - 1 \right)$$

б)



Боковые проходки. Ширина боковой проходки определяется по формуле:

$$B_б = \left(R_в - \frac{b_T}{2} - 1 \right) + \sqrt{R_{п.д.}^2 - L_n^2}$$



Для торцевых и боковых проходок радиус выгрузки грунта $R_в$ определяется по формуле:

$$R_в = \sqrt{R_p^2 - H_в^2}$$

где b_0 — ширина отвала, м;

R_p — наибольший радиус копания, м;

b_T — ширина колеи транспортного средства, м;

L_n - длина рабочей передвижки экскаватора, м (для экскаваторов с емкостью ковша 0,4–0,65 м³ может быть принята 1,5 м, или $0,75l_p$);

l_p – длина рукояти, м;

H_b – наибольшая высота выгрузки, м;

m – коэффициент откоса;

H – глубина котлована, м.

$R_{p,d}$ – радиус копания на уровне дна котлована, величину которого можно принять равной

$$R_{p,d} = m \times H, \text{ м}$$

Экскаватор-драглайн – для разработки грунтов, расположенных ниже уровня стоянки экскаватора, для рытья глубоких котлованов, широких траншей, возведения насыпей, разработки грунта из-под воды и т. п. Их применяют также для отделочных земляных работ при планировке площадей и зачистке откосов.

Преимуществами драглайна являются большие радиусы действия (до 10 м) и глубина копания (до 12 м). Особенно эффективно разрабатывать драглайном мягкие и плотные грунты, в том числе обводненные. На строительстве массового жилья драглайн, как правило, не используется.

Ковш экскаватора навешивается на канатах на удлиненную стрелу кранового типа. Забрасывая ковш в выемку на расстояние, несколько превышающее длину стрелы, ковш заполняют грунтом путем подтягивания по поверхности земли к стреле. Затем ковш поднимают в горизонтальное положение и поворотом машины перемещают к месту разгрузки. Опорожняется ковш при ослаблении натяжения тягового каната.

Разработку грунта драглайном осуществляют **боковой и лобовыми проходками** аналогично экскаватору «обратная лопата». Драглайн обычно передвигается между очередными стоянками на $1/5$ длины стрелы. В зависимости от ширины выемки, способа разгрузки грунта (в отвал или в транспортные средства) и особенностей земляного сооружения на практике используют разнообразные схемы лобового и бокового способов разработки грунта.

Так как ковш драглайна гибко подвешен, весьма эффективными являются челночные способы работы – **поперечно-челночный** и **продольно-челночный** (рис. 6.6).

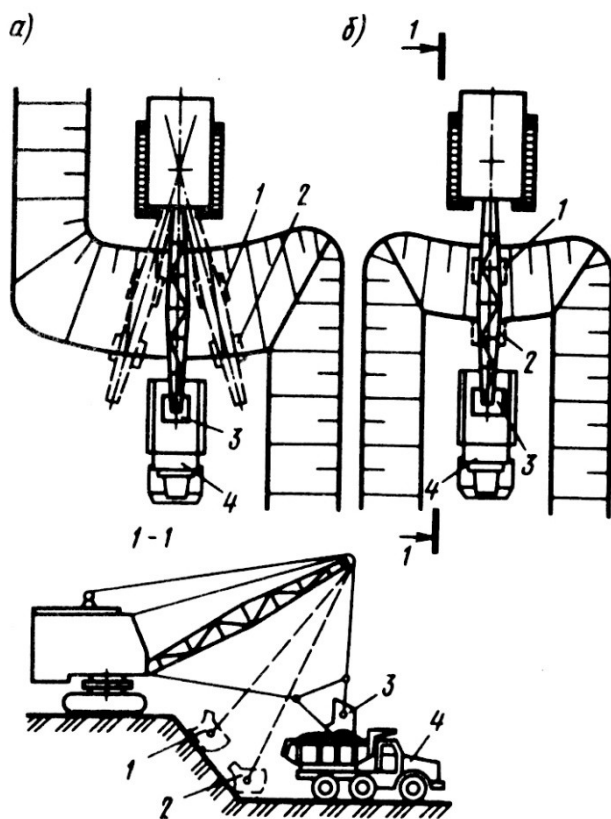


Рис. 6.6 - Схемы проходок экскаватора с рабочим оборудованием «драглайн»: а) боковая проходка с разработкой грунта поперечно-челночным способом; б) лобовая проходка с разработкой грунта продольно-челночным способом; 1 – окончание набора и подъем ковша; 2 – опускание ковша и набор грунта; 3 – разгрузка ковша; 4 – автосамосвал

Поперечно-челночная схема дает возможность набирать грунт поочередно с каждой боковой стороны самосвала, подаваемого под погрузку по дну выемки, не прекращая поворота стрелы в момент выгрузки грунта. При продольно-челночной схеме грунт набирают перед задней стенкой кузова и, подняв ковш, разгружают его над кузовом. В цикле работы экскаватора повороты занимают основное время, в этом плане челночные схемы с минимальным углом поворота для погрузки и выгрузки являются оптимальными. Благодаря уменьшению высоты подъема ковша и сокращению угла поворота экскаватора (при продольно-челночной схеме около 0° , а при поперечно-челночной $9...20^\circ$) производительность экскаватора увеличивается в 1,5...2 раза. Строительные экскаваторы-драглайн применяют с ковшом вместимостью $0,25...2,5 \text{ м}^3$.

Грейфер – для рытья колодцев, узких глубоких котлованов, траншей и тому подобных работ, особенно в условиях разработки грунтов ниже уровня грунтовых вод, добычи песка и гравия из-под воды (рис. 6.7).



Рис. 6.7 - Строительный грейферный экскаватор

Он представляет собой ковш с двумя или более лопастями и канатным или в последнее время стоечным приводом, принудительно смыкающим лопасти. Грейфер навешивается на стрелу и разрабатывает выемки с вертикальными стенками. При повороте стрелы ковш перемещается к месту разгрузки и опорожняется при принудительном раскрытии лопастей. Погружение в грунт осуществляется только за счет собственной массы и

принудительного опускания стойки, поэтому можно разрабатывать грунты малой и высокой плотности, в том числе и находящиеся под водой. Строительные грейферные экскаваторы применяют с ковшом вместимостью 0,35...2,5 м³.

Транспортирование грунта при отрывке выемок экскаваторами. Для транспортирования грунта на расстояние свыше 0,5 км в комплекте с экскаватором могут быть использованы автосамосвалы, тракторы с прицепами и полуприцепами, и др. Наибольшее распространение получили автосамосвалы как более маневренный и достаточно подвижный вид транспорта (рис. 6.8).



Рис. 6.8 – Погрузка грунта в автосамосвал

Выбор способа транспортирования грунта и определения комплекта транспортных средств требуемой грузоподъемности определяется технико-экономическим сравнением вариантов. В качестве экономического критерия могут быть приняты приведенные затраты на транспортировку грунта или суммарные затраты на экскавацию и транспортировку, отнесенные к единице выработки.

В зависимости от объема ковша экскаватора, расстояния перевозки до места отвала и объема экскавации грунта выбирается грузоподъемность автотранспорта.

Требуемое количество автосамосвалов или других транспортных единиц находят исходя из условия обеспечения бесперебойной работы экскаватора:

$$n = \frac{t_n + \frac{2L}{V_{cp}} + t_p}{t_n},$$

где t_n – время погрузки одной транспортной единицы, включая продолжительность маневров, мин.;

L – расстояние транспортирования грунта, км;

V_{cp} – средняя скорость движения, км/мин;

t_p – время разгрузки, включая продолжительность маневров, мин.

Время погрузки одной транспортной единицы

$$t_n = \frac{n \cdot V_{э} \cdot K_n}{\Pi_{э}} \cdot 60,$$

где n – количество ковшей, необходимое для погрузки одного самосвала;

$V_{э}$ – емкость ковша экскаватора, м³;

K_n – коэффициент наполнения ковша разрыхленным грунтом ($K_n = 0,87$ для легких грунтов, $K_n = 0,83$ для средних грунтов и $K_n = 0,80$ для тяжелых грунтов);

$\Pi_{э}$ – производительность экскаватора, м³/час (определяется по нормам времени на разработку грунта); Количество ковшей на погрузку одного самосвала:

$$n = \frac{Q}{\gamma \cdot V_{э} \cdot K_n},$$

где Q – грузоподъемность автосамосвала, т;

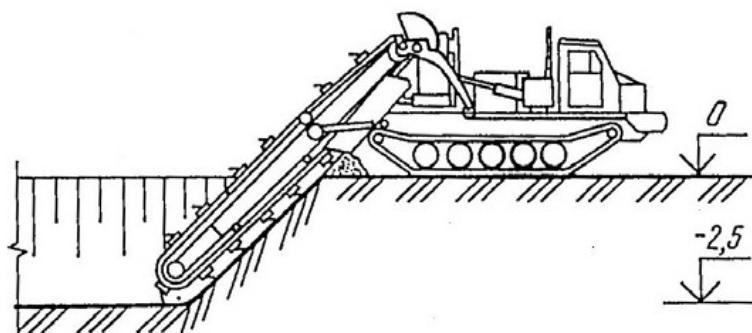
γ – объемная масса грунта в плотном теле, т/м³;

6.2. Разработка грунта многоковшовыми экскаваторами. Область применения многоковшовых экскаваторов

В промышленном и гражданском строительстве для разработки траншей наибольшее распространение получили многоковшовые экскаваторы непрерывного действия.

Рабочим органом многоковшового экскаватора являются ковши, насаженные через равные интервалы на беспрерывно движущуюся цепь (**цепные экскаваторы**) или ротор (колесо) – **роторные экскаваторы**.

Цепные экскаваторы применяют для рытья траншей под кабели, канализационные трубопроводы, линии связи и др., глубиной до 6 м и шириной до 2 м (рис. 6.9).



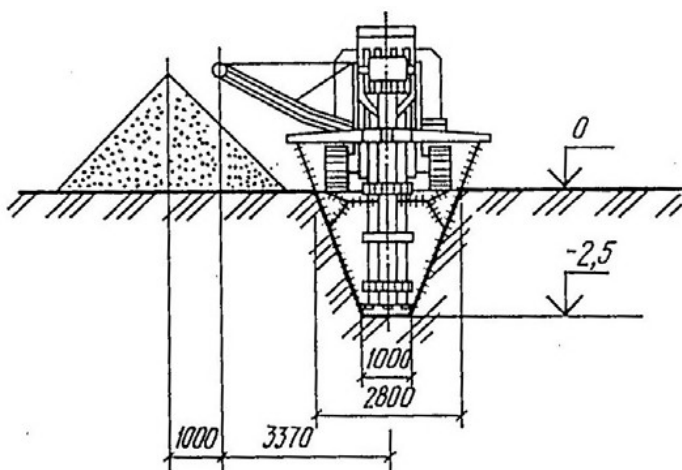


Рис.6.9 - Цепной многоковшовый экскаватор

Ниже приведены технические характеристики экскаватора ЭТЦ-252А (фото рис.6.9):

Базовая машина - Грелевочный трактор ТТ-4

Размеры отрываемой траншеи, м:

- глубина 3,5

- ширина (по верху / по низу) 2,8 / 0,8

Скорость рабочей цепи, м/сек - 0,807 - 1,25

Скорость передвижения:

- рабочая, м/ч: 5 - 150

- транспортная, км/ч 2,25 - 9,75

Масса, т 18,6



Рис.6.10 - Экскаватор траншейный цепной ЭТЦ-250 ОАО "Ирмаш"

Технические характеристики Ирмаш ЭТЦ-250 (рис.6.10):

Ширина траншеи 250, 400, 500 мм.

Глубина траншеи до 2500 мм

Скорость передвижения:

I диапазон, 0-630 м/час

II диапазон, 0-3,1 км/час

Скорость ленты транспортера до 5 м/с.
Скорость цепи до 3,6 м/с.
Масса эксплуатационная 14000 кг



Рис. 6.11 - Экскаватор траншейный цепной ЭТЦ-1609, Дмитриевский ЭЗ

Экскаватор траншейный цепной ЭТЦ-1609 предназначен для рытья траншей прямоугольного профиля под кабельные линии связи, электропередач и трубопроводы различного назначения в грунтах I-III категории и выполнения планировочных работ небольшого объема.

Технические характеристики Дмитриевский ЭЗ ЭТЦ-1609 (рис.6.11):

Размеры траншей:

Макс. глубина 1,6 м

Ширина 0,2; 0,27; 0,4 м

Диапазон бесступенчатого регулирования рабочих скоростей передвижения 0 - 800 м/час

Тип привода механизма передвижения гидромеханический

Базовый трактор МТЗ-82 “Беларусь”

Масса экскаватора 6500 кг

Многоковшовые экскаваторы могут иметь различные виды цепей (рис. 6.12).

4 – приводная цепь; 5 – поперечный транспортер; 6 – ковш ротора;
7 – основная рама; 8 – опорная тележка; 9 – зачистной нож;



Рис.6.14 - Траншейный-роторный-экскаватор-Ирмаш-ЭТР-223А

Технические характеристики Ирмаш ЭТР-223А (Рис.6.14):

Конструктивная масса 33500 кг

Техническая производительность в грунтах 1 категории 650 м³/ч

ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ В ТРАНСПОРТНОМ ПОЛОЖЕНИИ

Длина x ширина x высота 11,5x3,2x4,4 м

Максимальная транспортная скорость 4,25 км/ч

Скорость рабочего хода (бесступенчатое регулирование) 10-300 м/ч

Количество ковшей 14 шт.

Объем ковша 0,16 м³

ПАРАМЕТРЫ ТРАНШЕИ

Глубина траншеи 2,2 м

Ширина траншеи по дну 1,5 м

Ширина траншеи по верху 2,4 м

Многоковшовые цепные экскаваторы по способу разработки грунта подразделяются на экскаваторы поперечного и продольного копания.

Экскаваторы **поперечного копания** применяются для разработки котлованов, карьеров и возведения насыпей из боковых резервов. Перемещаясь вдоль забоя, они разрабатывают грунт послойно. Экскаваторы поперечного копания могут разрабатывать грунт как ниже, так и выше уровня своей стоянки.

Экскаваторы **продольного копания** применяются для разработки траншей с вертикальными и наклонными откосами. Экскаватор разрабатывает грунт, перемещаясь строго по оси траншеи. Из ковшей грунт

выгружается в бункер, а из бункера транспортёром подаётся в отвал или на погрузку в транспортные средства.

Как средство комплексной механизации технологических процессов производства земляных работ в строительстве **наибольшее распространение** получили экскаваторы продольного копания. К ним относятся многоковшовые цепные и роторные траншеекопатели, цепные скребковые, роторные бесковшовые (фрезерные), экскаваторы-дреноукладчики, экскаваторы-каналокопатели. Эти машины менее универсальны, чем одноковшовые экскаваторы.

Значительное влияние на возможность использовать многоковшовые экскаваторы оказывают стесненность условий и группа разрабатываемого грунта. Главный параметр экскаваторов – глубина копания. Основные технологические параметры: ширина разрабатываемой траншеи поверху и понизу.

На отдельных марках экскаваторов непрерывного действия устанавливают автоматические устройства, позволяющие регулировать положение рабочего органа для создания траншеи с заданным уклоном дна, согласовывать рабочие скорости движения машины и рабочего органа.

Возможна автоматизация процесса отрывки траншей при помощи инфракрасных лучей или лазера. Луч направляется параллельно углу наклона низа траншеи и через приемное устройство на экскаваторе корректируется движение (подъем или опускание) рабочего органа экскаватора. Автоматизация управления рабочим процессом экскаваторов непрерывного действия значительно повышает производительность и качество работ, эффективность комплексного технологического процесса.

6.3. Разработка грунта землеройно-транспортными машинами - бульдозерами, скреперами, грейдерами

К землеройно-транспортным машинам относят погрузчики, скреперы, бульдозеры, грейдеры, грейдер-элеваторы. Бульдозеры и скреперы за один цикл разрабатывают грунт, перемещают его, разгружают в насыпь и возвращаются в забой порожняком. Стоимость работ, выполняемых этими машинами, в 3-4 раза меньше стоимости работ, выполняемых одноковшовыми экскаваторами.

Скреперы – наиболее высокопроизводительные землеройно-транспортные машины. Эксплуатационные возможности позволяют использовать их при отрывании котлованов и планировке поверхностей. В настоящее время применяют прицепные (с объемом ковша 3; 7 и 8 м³), полуприцепные (с объемом ковша 4,5 м³) и самоходные (с объемом ковша 8;

15 и 25 м³) скреперы (рис.6.15). Прицепные и полуприцепные скреперы наиболее эффективно применять при транспортировании грунта на расстояние от 100 м до 1000 м, а самоходные — от 300 м до 3000 м.

Скреперы подразделяют на прицепные, полуприцепные, самоходные. Главный параметр – вместимость ковша, м. Основные технологические параметры: грузоподъемность, ширина и глубина резания, толщина отсыпаемого слоя. В настоящее время в строительстве применяют скреперы с вместимостью ковша 3...15 м³. В мировой практике производства земляных работ используют скреперы, имеющие вместимость ковша до 60 м.

Ширина резания скреперов с вместимостью ковша 4...25 м колеблется в пределах 2200...2800 мм. Максимальная глубина резания для этих машин составляет 250...400 мм. Для более точного выполнения процессов планировки грунта и разработки грунта в земляных сооружениях типа «планировочная площадь» может применяться система автоматического управления положением ковша скрепера в зависимости от рельефа местности.

Рабочий орган скрепера – **ковш с ножевым устройством**, который осуществляет послойное резание грунта с одновременным набором его в ковш. Переход в транспортное состояние осуществляется подъемом ковша с одновременным его закрытием.

Выгрузка производится в процессе движения скрепера послойно путем наклона ковша скрепера или перемещения задней стенки ковша – свободной или принудительной разгрузкой. Скрепер **снимает ковшом стружку** грунта толщиной 0,12... 0,35 м и шириной 1,65... 2,75 м (для скреперов с объемом ковша 3... 8 м³). Наибольшая **толщина отсыпаемого слоя** 0,35... 0,5 м.

Классификация скреперов:

- **по геометрической емкости ковша:** 1,5; 3,0; 6,0; 10,0; 15,0; 25 м³;
- **по способу передвижения:** прицепные, полуприцепные, самоходные;
- **по способу разгрузки:** со свободной, полупринудительной и принудительной разгрузкой.

При помощи скрепера могут быть механизированы следующие процессы производства земляных работ: разработка и укладка грунта в земляные сооружения различных типов; перемещение грунта на расстояние от 100 до 5000 м; снятие и перемещение растительного слоя; послойное разравнивание грунта.



Рис.6.15 - Самоходный скрепер МоАЗ-6014

Самоходный скрепер МоАЗ-6014

Техническая характеристика:

Грузоподъемность, т 16

Масса скрепера самоходного полная, т 36

Объем ковша, м³ :

- геометрический 8,3

- номинальный 11

Максимальная скорость снаряженного скрепера, км/ч 44

Максимальная толщина слоя отсыпки, м 0,45

Ширина резания, м 2,82

Работа скрепера осуществляется по следующей схеме: набор грунта ковшом скрепера, перемещение нагруженного скрепера в насыпь, разгрузка ковша с разравниванием и частичным уплотнением, возвращение порожним ходом к выемке и повторение цикла.

В зависимости от характера возводимого сооружения, взаимного расположения мест разработки и укладки грунта и от местных условий применяют следующие траектории движения скреперов: эллиптическую, спиральную, «восьмеркой», зигзагообразную, челочно-поперечную и челочно-продольную (рис. 6.16).

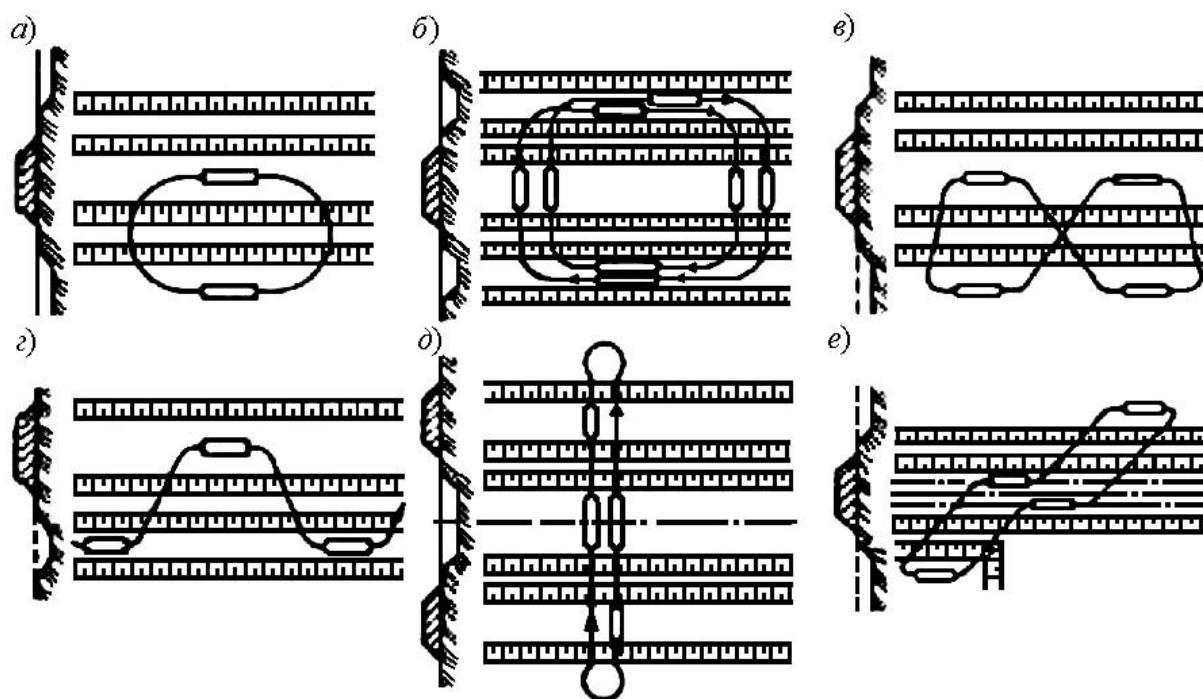


Рис. 6.16 - Схемы движения скреперов: а) эллипс; б) спираль; в) «восьмерка»; г) «зигзаг»; д) челночно-поперечная; е) челночно-продольная

Эллиптическая схема наиболее проста и применяется в большинстве случаев при планировочных работах в промышленном и гражданском строительстве. Наибольший эффект имеет при возведении насыпей или разработке выемок на линейно-протяженном строительстве с высотой насыпи или глубиной выемок не более 2 м, когда не требуется устройства выездов или съездов.

Спиральная (кольцевая) схема является разновидностью эллиптической, она наиболее подходит при возведении широких насыпей высотой 2...2,5 м из двухсторонних резервов или при разработке широких выемок глубиной до 2,6 м. Схему часто применяют для устройства насыпей шириной, равной или большей длины пути разгрузки ковша. При этом не требуются съезды и выезды с площадки, основное движение скреперов перпендикулярно оси возводимого сооружения, уменьшается дальность транспортировки, повышается производительность.

Движение скрепера по «восьмерке» применяют при тех же условиях, что и эллиптическую схему. Отличием является то, что скрепер при своем движении по «восьмерке» чередует правые и левые повороты, что улучшает технико-эксплуатационные показатели и почти вдвое сокращает время на повороты, повышая тем самым на 3...5 % производительность скрепера.

Зигзаг используют при возведении протяженных насыпей (дорог, плотин) высотой до 6 м из рядом расположенных выемок при протяженности

рабочих участков не менее 200 м. При этой схеме уменьшается число поворотов, сокращается продолжительность одного цикла, возрастает производительность по сравнению с эллиптической схемой на 15...20 %.

Челночно-поперечная схема применяется при возведении насыпей из двухсторонних выемок, а также при разработке выемок на глубину до 1,5 м с перемещением грунта в двусторонние отвалы. Набор грунта осуществляется перпендикулярно оси выемки при движении скрепера как в одну, так и в другую сторону. Схема сокращает число поворотов скрепера, длину пути груженого и порожнего хода. По сравнению с эллиптической схемой производительность скрепера выше на 20...25 %.

Челночно-продольную схему движения скреперов применяют при возведении насыпей до 5...6 м, с заложением откосов не круче 1:2, с транспортировкой грунта из двусторонних резервов. При этой схеме холостой пробег сокращается до минимума.

При вертикальной планировке площадей рекомендуются эллиптическая, спиральная и челночно-поперечная схемы движения скреперов.

Тяжелые грунты, а также грунты с примесями, разработка которых затруднена, предварительно рыхлят на толщину срезаемой стружки. Для этого применяют рыхлители, являющиеся навесным или прицепным оборудованием к гусеничному трактору. Рыхлитель оборудован пятью стойками-ножами, а при рыхлении особо плотных грунтов – тремя (2-ю и 4-ю снимают).

Скрепер срезает ковшем стружку грунта толщиной 0,12...0,35 м и шириной (для разных типов машин 1,65...2,75 м). Наибольшая толщина отсыпаемого слоя 0,35...0,5 м. Для равномерной толщины отсыпаемого слоя грунта разгрузку осуществляют только в процессе движения скрепера. Скреперы заполняют ковш на пути длиной 12...20 м, длина пути разгрузки меньше и находится в пределах 9..15 м. Для увеличения толщины стружки, сокращения времени и более полного наполнения ковша грунтом применяют тракторы-толкачи (один толкач на 2...6 скреперов).

Применяют следующие схемы резания грунта скрепером в зависимости от вида и сцепления грунта:

- тонкой стружкой при постоянной глубине резания – при любых связных грунтах;
- клиновидной стружкой (переменной ее толщиной) при заглублении ножа до максимальной глубины и последующем постоянном его подъеме – при разработке легких связных грунтов на горизонтальных участках местности;
- гребенчатой стружкой (с попеременным заглублением и подъемом ковша) с постоянно затухающей амплитудой – при разработке сухих суглинистых и глинистых грунтов.

Скреперы – мощные и устойчивые машины. В грузе они могут преодолевать подъем до 18 % и в порожнем – до 40 %; скрепер может спускаться под уклон до 45 %, двигаться при поперечном уклоне до 30 %.

Бульдозер – это землеройно-транспортная машина, разрабатывающая и транспортирующая грунт при помощи отвала с ножом. Бульдозер применяется для планировочных работ, разработки котлованов, траншей и т.д.

У некоторых бульдозеров отвал может поворачиваться под углом. Для уменьшения потерь грунта отвалы снабжаются откылками. К отвалу может крепиться и откосник для планировки откосов. Основные типы бульдозерных отвалов представлены на рис.6.17:

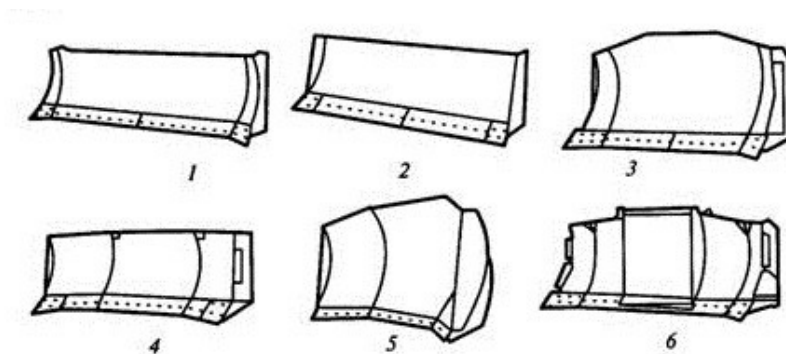


Рис.6.17 - Основные типы бульдозерных отвалов: 1 - прямой поворотный; 2 - прямой неповоротный; 3 - полусферический; 4 - сферический; 5 – сферический для сыпучих материалов; 6 - с толкающей плитой



Рис.6.18 - Бульдозер Б14 производства ЧТЗ с полусферическим отвалом



Рис.6.19 - Бульдозер Б10ПМ производства ЧТЗ

Основные параметры бульдозера Б14 и навесного оборудования

(рис.6.18):

Бульдозерное оборудование с полусферическим отвалом (Е) – 1 цифра

Бульдозерное оборудование с прямым отвалом (В) – 2 цифра

Ширина отвала А, мм 3730 3700

Высота отвала В, мм 1500 1345

Объем призмы волочения, куб.м. 7,5 4,75

Максимальное заглубление N, мм 550 520

Трехзубый рыхлитель (Р)	Однозубый рыхлитель (Н)	
Максимальное заглубление Н, мм	500	650
Масса эксплуатационная, кг:		
-трактора с бульдозерно-рыхлительным оборудованием	24520	23630

Цикл работы бульдозера состоит из операций:

- резание и набор грунта путем снятия стружки под уклон;
- перемещение грунта отвалом бульдозера;
- разгрузка и (или) разравнивание грунта;
- возвратный холостой ход.

Разравнивают грунт передним и задним ходом машины. Вырезаемый из забоя грунт накапливается перед отвалом, формируя призму грунта, которую называют **призмой волочения**.

Применение бульдозеров для планировочных работ целесообразно при перемещении грунта **на расстояние до 100 м**. При большей дальности транспортирования бульдозеры становятся неэффективными, так как в процессе перемещения большая часть грунта теряется. Потери, зависящие от дальности перемещения, могут достигать до 30 % и более от объема призмы волочения. Экономически целесообразная **дальность перемещения грунта** не превышает 60–80 м для гусеничных и 100–140 м для пневмоколесных машин.

При дальности перемещения до 50 м бульдозеры разрабатывают и перемещают грунт без промежуточного вала. Из выемки в насыпь грунт перемещается за один приём. При необходимости перемещения грунта на расстояние более 50 м **через каждые 20...25 м** устраиваются промежуточные валы, что уменьшает потери грунта.

При планировке площадок могут быть использованы два основных способа работ – траншейный и послойный (рис. 6.20).

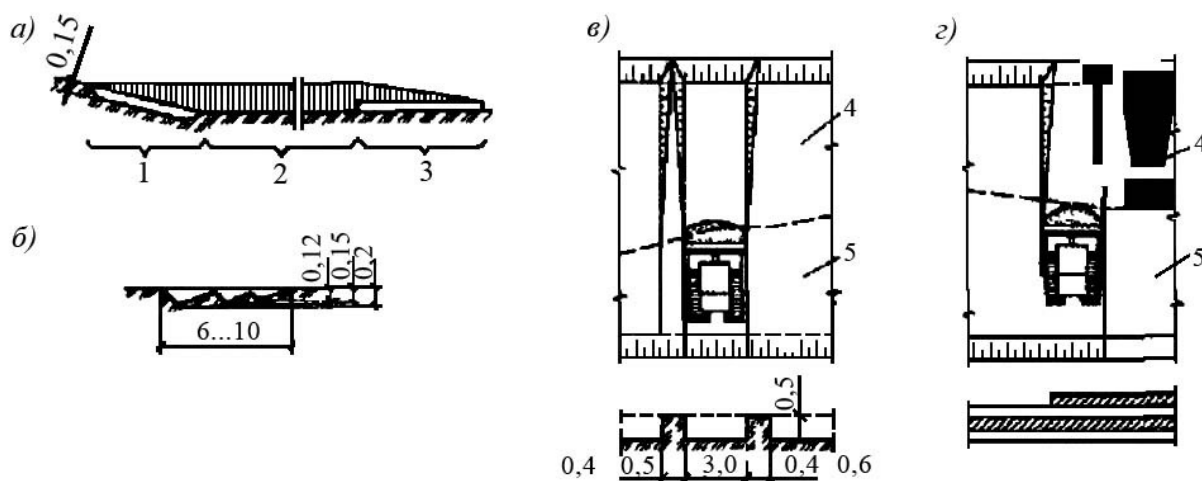


Рис. 6.20 - Схема резания и перемещения грунта бульдозером:

- а) продольная при резании под уклон; б) то же, при горизонтальном участке; в) то же, траншейным способом; г) то же, послойным способом; 1 – участок резания; 2 – то же, при перемещении; 3 – то же, разгрузки; 4 – насыпь; 5 – выемка

При **траншейном способе** выемку разбивают на ярусы высотой 0,4...0,5 м. Каждый участок на ширину отвала бульдозера разрабатывают за 2...3 проходки по нему. Между соседними участками оставляют полосу неразработанного грунта шириной до 0,6 м. Этот грунт служит стенками траншеи при их разработке, способствуя более полному заполнению отвала. Эти полосы разрабатывают в последнюю очередь перед окончательной планировкой площадки. Данный способ исключает значительные потери грунта при его перемещении и поэтому более производителен.

При **послойном способе** выемку разрабатывают слоями на толщину снимаемой стружки за один проход бульдозера последовательно по всей ширине выемки или отдельным его частям. Этот способ используют при сложном очертании площадок и при небольшой глубине срезки.

Отсыпка грунта в насыпь начинается с наиболее удаленных участков послойно с одновременным уплотнением или грейдами без уплотнения. Возвращение в забой происходит обычно задним ходом без разворота с опущенным отвалом, что способствует разравниванию и промежуточному уплотнению грунта. Особо плотные грунты перед разработкой их бульдозерами следует рыхлить. При этом используют рыхлительное оборудование в виде одного, двух или трех зубьев-рыхлителей, которым оснащается бульдозер (рис.6.19).

Автогрейдеры – универсальные высокопроизводительные машины, применяются для профилирования грунтовых дорог, планировки и отделки земляного полотна, устройства водоотводных канав, возведения невысоких насыпей из резервов, планировки территории с перемещением грунта до 25 м (рис.6.21). Все операции, выполняемые автогрейдером, делятся на три вида: зарезание грунта ножом отвала; перемещение и отделка поверхности, включая планировку; разравнивание грунта и срез откосов.



Рис.6.21 - Автогрейдер Амкодор rd-165h с системой нивелирования

Возведение невысоких дорожных насыпей из боковых резервов начинают с пробивки ножом автогрейдера первой борозды по линии контура подошвы насыпи, которая заранее обозначается кольщиками и вехами. После этого автогрейдер начинает срезать грунт в резерве от внутренней бровки и укладывать его насыпь.

Автогрейдер позволяет разрабатывать канавы глубиной до 1,1 м и шириной по дну 0,4...1 м.

Грейдер-элеватор используют для возведения насыпей не выше 1,1 м, для устройства канав не глубже 1 м, на планировке, иногда для погрузки грунта в транспортные средства. Грейдер-элеватор может работать на местности с поперечным уклоном не более 18° и преимущественно в связных грунтах естественной влажности; тяжёлые грунты необходимо рыхлить. Грунты, содержащие гальку, крупные корни, камни и валуны, разрабатывать грейдер-элеваторами нельзя. В зависимости от грунта режущий диск грейдер-элеватора устанавливают под соответствующими углами захвата и резания. При последовательных круговых движениях грейдер-элеватора грунт из выемки перемещается в насыпь транспортёром (рис.6.22).



Рис.6.22 - Грейдер-элеватор

Толщина слоя, снимаемого за один проход, зависит от группы грунта, диаметра диска и составляет 0,1...0,5 м. Транспортёр, расположенный наклонно к направлению движения, перемещает грунт по горизонтали до 9 м и не выше 3 м.

Широкие насыпи можно делать грейдер-элеваторами совместно с автогрейдерами. Отсыпку насыпи на высоту до 0,8 м производит грейдер-элеватор, а на большую высоту – автогрейдер, передвигающий вдоль насыпи валики грунта, отсыпаемые грейдер-элеватором, и профилирующий их на насыпи.

Рекомендации для студентов:

Степень усвоения темы можно проверить, ответив на вопросы контрольного тестирования - раздел 3 «Контроль знаний»

ТЕМА 7

УКЛАДКА И УПЛОТНЕНИЕ ГРУНТОВ

Рассматриваемые вопросы:

- 7.1. Методы укладки грунта в насыпи и основания.
- 7.2. Способы уплотнения грунтов. Контроль качества уплотнения грунтов.
- 7.3. Комплексно-механизированные процессы разработки, планировки, транспортирования, отсыпки грунтов.

7.1. Методы укладки грунта в насыпи и основания

Укладка и уплотнение грунта выполняются при планировочных работах, возведении различных насыпей, обратной засыпке траншей и пазух фундаментов и т.д.

Для устойчивости насыпи необходимо **предотвратить образование** плоскостей скольжения. Для этого **применяют однородные водонепроницаемые грунты** с естественным или искусственным уплотнением. Если грунты неоднородные, то необходимо обеспечить сток атмосферной воды, поступающей в насыпь.

Поверхность слоев **из менее дренирующих** грунтов, располагаемых под более дренирующими, **должна иметь от оси насыпи уклон** к краям не менее 0,04. Поверхность слоев из более дренирующих грунтов, покрытых менее дренирующими, **должна быть горизонтальной**.

Не допускается покрывать **откосы насыпей** грунтами, менее дренирующими по сравнению с основным грунтом насыпи (за исключением покрытия песчаных откосов, в целях защиты от выдувания грунта тела насыпи).

Для отсыпки насыпей допускается применять: скальные предварительно разрыхленные, крупнообломочные и песчаные грунты, содержащие глинистые частицы крупнее 0,25 мм более 50 % и диаметром менее 0,005 мм не более 6 %; тяжелые и пылеватые супеси, содержащие частицы крупнее 0,25 мм менее 50 %, а также суглинки в твердом и тугопластичном состоянии. Неоднородные грунты, состоящие из песка, суглинка и гравия, можно применять только в виде естественной карьерной смеси.

Нельзя применять пылеватые пески и легкие супеси, жирные глины, меловые, тальковые, трепельные грунты, торф, ил, песок с

примесью ила, илистые суглинки и засоленные грунты, содержащие более 8 % легкорастворимых солей при хлоридном и сульфатно-хлоридном засолении, а также включающие более 5 % таких солей при сульфатном, хлоридносульфатном и содовом засолении.

Для обеспечения устойчивости насыпей большое значение имеет уплотнение грунтов. Насыпи, отсыпаемые без искусственного уплотнения, возводят с запасом, так как с течением времени они дают осадку, величина которой зависит от вида грунтов, способов устройства и высоты насыпи. При наличии надежного основания **запас на осадку насыпей**, возводимых без искусственного уплотнения из скальных грунтов, принимают до 6 %, из нескальных – до 9 %; при ненадежных основаниях запас на осадку принимают согласно проекту. Осадка искусственно уплотненных грунтов составляет около 1 % и практически не учитывается.

Отсыпку слоев грунта **ведут от краев насыпи к середине**, а на **переувлажнённых** слабых основаниях и на **болотах** – **от середины насыпи к краям** до достижения высоты 3 м, а далее – от краев к середине (рис. 7.1).

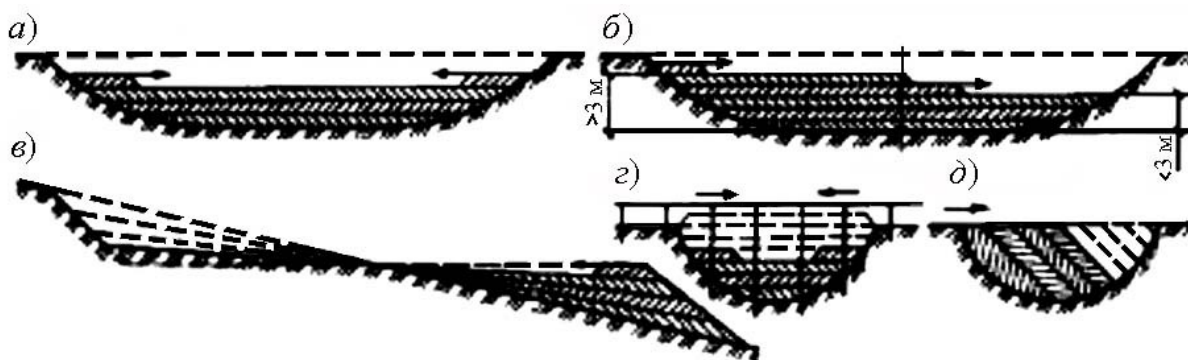


Рис. 7.1 - Способы отсыпки насыпей (размеры в м): а) отсыпка насыпи горизонтальными слоями; б) то же, при переувлажнённых и слабых основаниях и на болотах; в) веерный способ; г) эстакадный способ; д) способ отсыпки «с головы»

Различают следующие способы отсыпки грунта в насыпи:

- продольный (горизонтальными, наклонными слоями) - рис.7.2, рис.7.3;
- поперечный («с головы») рис.7.4.

При сооружении насыпей производится послойная отсыпка грунта с разравниванием и уплотнением. На рис.7.5 показана технологическая схема отсыпки площадки.

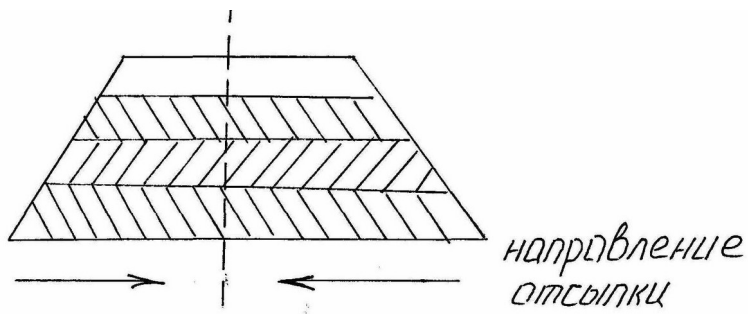


Рис.7.2 - Схема отсыпки насыпи горизонтальными слоями

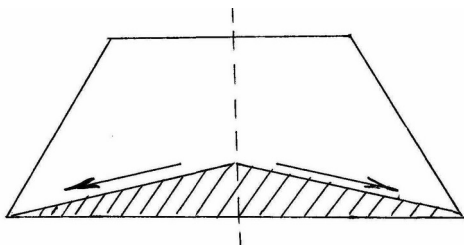


Рис.7.3 - Схема отсыпки насыпи наклонными слоями поперечный («с головы»)

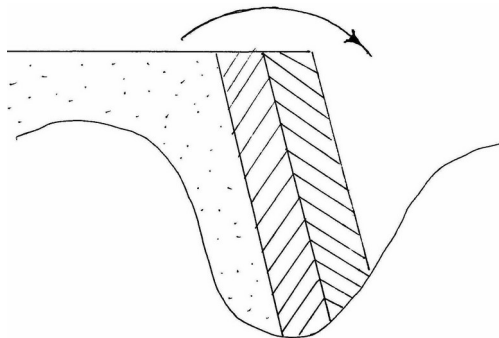


Рис.7.4 - Схема отсыпки насыпи «с головы»

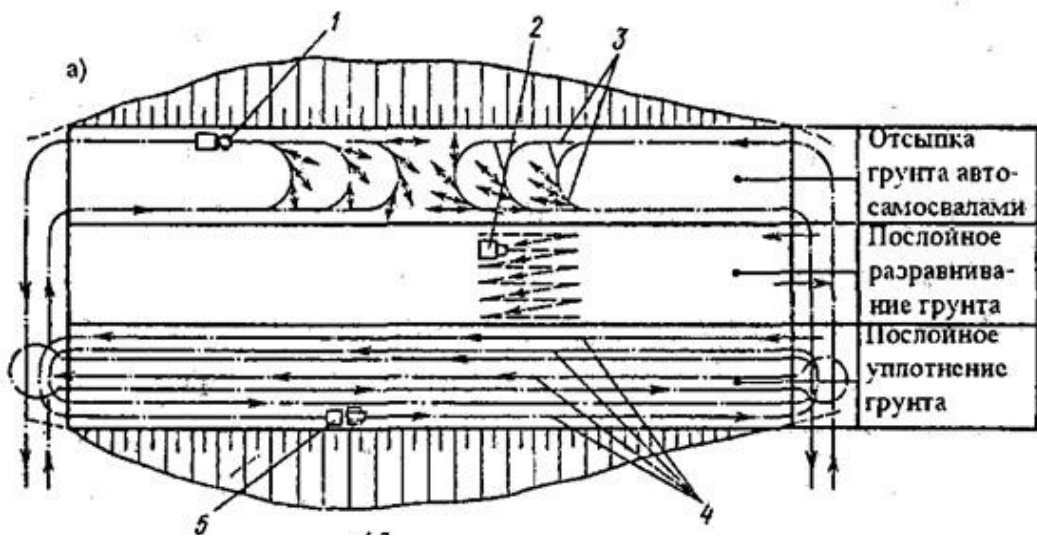


Рис. 7.5 - Технологическая схема отсыпки площадки

В ряде случаев земляные сооружения приходится возводить в неблагоприятных условиях – косогоры со слабыми грунтами, карстовые породы, наклонно расположенные слои, чередование водонепроницаемых и водопроницаемых пород или наличие водоносных прослоек, грунты, сильно деформирующиеся от давления при доступе влаги. Поэтому для предотвращения таких явлений, как обвалы полужидких масс, оползни частей насыпей и выемок, требуются специальные мероприятия, которые надо осуществлять как в подготовительный период, так и в процессе производства основных работ.

На косогорах, сложенных из не дренирующих и покрытых растительностью грунтов с крутизной от 1:5 до 1:3 в основании насыпи, нарезают уступы не уже 1 м (в зависимости от ширины ходовой части машины, разрабатывающей их), которым придается уклон 0,01...0,02. При поперечном уклоне косогора от 1:10 до 1:5 и высоте насыпи до 1 м дерн срезается; при большей высоте насыпи, отсыпаемой из глинистых грунтов, основание вспахивается. Если насыпи высотой до 2 м из глинистых грунтов возводятся на переувлажнённых основаниях, необходимо до начала отсыпки отвести поверхностные воды или удалить слой слабого грунта либо отсыпать нижний слой насыпи из дренирующих грунтов.

Насыпи часто возводят из грунтов, разрабатываемых в боковых резервах и в выемках или специальных резервах (карьерах), из которых грунт перемещается в продольном направлении.

В первом случае, в зависимости от высоты насыпи и дальности перемещения грунта следует применять следующие машины: грейдер-элеваторы и автогрейдеры – для укладки в нижние слои насыпи грунта, перемещаемого с расстояния 8...15 м; бульдозеры – при высоте насыпи до 1 м и дальности перемещения до 50 м; скреперы – при высоте до 1...2 м и дальности доставки от 50 до 100 м; экскаваторы-драглайны – для укладки грунта в насыпи высотой 2,5...3 м.

Во втором случае, в зависимости от дальности перемещения применяют: до 100 м мощные бульдозеры; от 100 до 300 м – скреперы емкостью 6...8 м³; свыше 300 м – самоходные скреперы емкостью 9...15 м³, экскаваторы одноковшовые и многоковшовые с погрузкой грунта в самосвалы, самосвальные прицепы и поезда железной дороги широкой и узкой колеи.

Насыпь, возводимая из грунтов, доставляемых автомобильными поездами, **разбивается** по ширине и длине на участки – **карты** – **длиной**

100 м, на одной грунт разгружают, на другой – разравнивают бульдозерами и уплотняют. Землевозные пути для железнодорожных поездов устраивают на пионерных насыпях высотой до 3 м в пределах профиля возводимой насыпи сначала у одной из подошв насыпи, затем – вдоль откосов и последнюю – по оси насыпи, последовательно укладывая на них верхнее строение пути. Выгруженный грунт разравнивают бульдозерами по всей ширине насыпи слоями 30...40 см.

7.2. Способы уплотнения грунтов. Контроль качества уплотнения грунтов

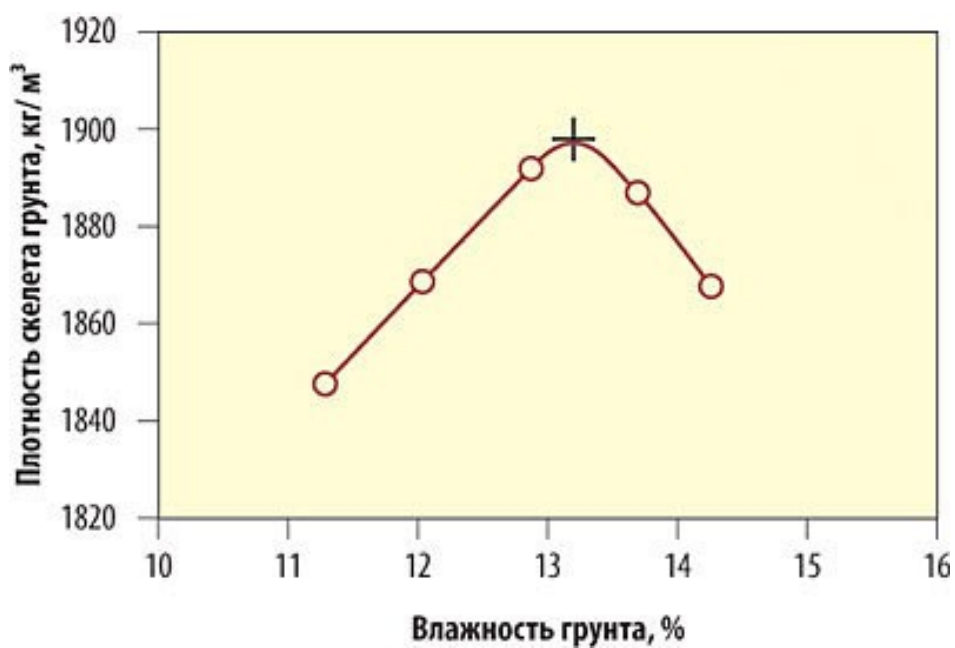
В ответственных сооружениях каждый слой грунта должен уплотняться. При уплотнении происходит взаимное перемещение твердой и жидкой фаз, а также воздуха, находящегося в промежутках между зернами грунта, чем достигается увеличение плотности, то есть объемного веса по сравнению с объемным весом его в карьере. **Коэффициент уплотнения грунта**, равный 0,95...0,98 оптимальной плотности, является нормативным для верхних слоев при возведении ответственных насыпей, в том числе для автомобильных дорог с покрытиями капитального типа. В этом случае осадка насыпи исключается или будет весьма незначительной, не оказывающей влияния на прочность сооружения. **Наибольший эффект** при уплотнении грунтов достигается **при влажности, близкой к оптимальной**. Для **песчаных грунтов** она составляет 8...12 %, **глинистых** – 19...23 %. Перед уплотнением грунта в сухую погоду требуется его поливка.

Определить влажность грунта в полевых условиях позволяют приборы-влагомеры (рис.7.6)



Рис.7.6 – Влагомер для определения влажности грунта

Сделать вывод о том, как влияет влажность на плотность грунта можно по графику - рис.7.7



Грунт	Оптимальная влажность, %
песок	8-14
супесь	9-15
суглинок	12-18
глина	16-26

Рис.7.7 - Влияние влажности на плотность грунта

Уплотнение грунта производится с целью увеличения несущей способности грунта, уменьшения его сжимаемости и снижения водопроницаемости. Уплотнение может быть поверхностным и глубинным. И в том, и в другом случае, оно осуществляется механизмами.

Существует три способа уплотнения грунтов: **укаткой, трамбованием и вибрированием**. Перспективным является в настоящее время **комбинированный метод уплотнения**, заключающийся в одновременной передаче на грунт различных воздействий (например, вибрирование и укатка) или объединением уплотнения с другим рабочим процессом (например, укатка и движение транспортных средств и др.).

Способ уплотнения грунта и тип грунтоуплотняющей машины выбирают на основании технико-экономического сравнения вариантов с учетом свойств уплотняемого грунта (гранулометрического состава, влажности, степени однородности), требуемой плотности, объема, сроков и разнообразных условий производства работ.

Для уплотнения связных и малосвязных грунтов (суглинков, супесей) применяется способ укатки. Несвязные грунты (песчаные, гравелистые, галечные) рекомендуется уплотнять трамбованием и вибрацией.

Способ укатки заключается в том, что каток, имеющий большую массу многократно проезжает по поверхности грунта и под его давлением происходит уплотнение (рис.7.8).



Рис.7.8 - Каток для уплотнения грунтов

Способ вибрирования основан на создании вибрации, которая передаётся частицам грунта, тем самым приводит их в движение. Вибрация располагает частицы грунта в пространстве более плотно. Для уплотнения этим способом используются вибротрамбовки (рис.7.9), виброплиты (рис.7.10). Виброкатки сочетают в себе способы укатки и вибрирования.

Способ трамбования заключается в передаче на поверхность грунта ударного воздействия.

Трамбовочными плитами массой 2... ..7 т, подвешенными к кранам или экскаваторам, уплотняют песчаные и глинистые грунты при толщине отсыпаемого слоя 0,4...1 м.



Рис.7.9 уплотнение грунта с использованием вибротрамбовки



Рис.7.10 Уплотнение грунта с использованием виброплиты

Машины для уплотнения грунтов подразделяют на следующие группы:

- **катки статического действия** с гладкими (для любых грунтов), кулачковыми - рис.7.11 (для глинистых) и вибровальцами, с пневматическими шинами;

- **трамбующие машины** с вальцами, с падающим грузом, с трамбующими плитами, с виброплитами.



Рис.7.11 – Кулачковый каток для уплотнения глинистых грунтов

Наибольшее распространение получило уплотнение грунта катками статического действия: гладкими, кулачковыми, катками на пневмошинах (рис. 7.12). Это обусловлено простотой и надежностью механизмов, высокой производительностью и сравнительно низкой стоимостью. Однако в построечных условиях используют и машины динамического действия – катки с вибрационными механизмами.

На уплотняемость грунта влияют многие факторы: гранулометрический состав, связность, начальная плотность, влажность, толщина укладываемых и уплотняемых слоев, принятые способы уплотнения, характеристики применяемых машин, число проходов уплотняющим механизмом по одному месту.

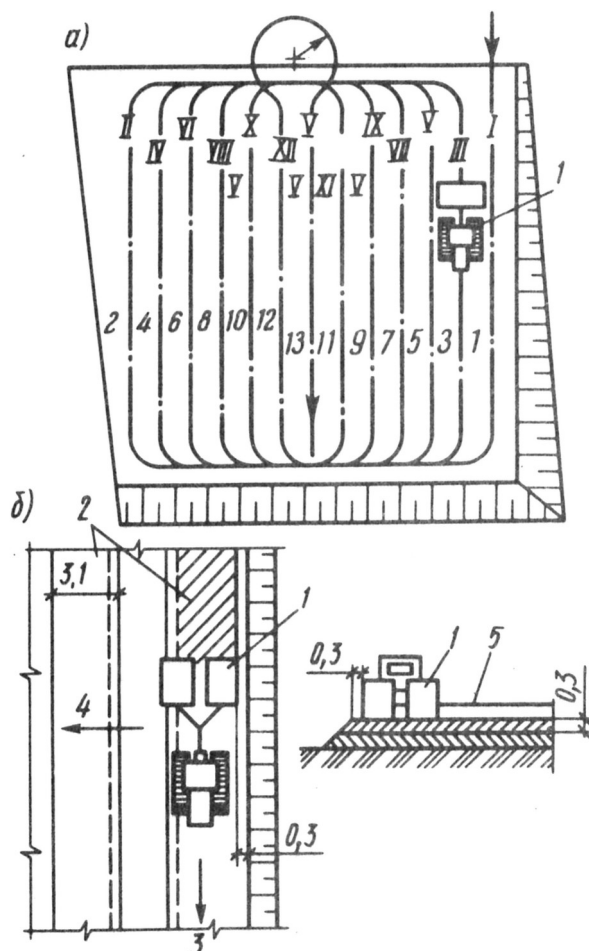


Рис. 7.12 - Схема уплотнения грунта катками: а) последовательность проходов катка и полос укатки грунта; б) уплотнение катком крайней полосы; 1 – трактор со сцепом из двух кулачковых катков; 2 – полосы укатки; 3 – направление движения катков; 4 – направление укатки полос; 5 – рыхлый слой фунда; I...XIII – порядок движения катков

Процессу уплотнения грунта в планировочной насыпи предшествуют его доставка и разравнивание, которое осуществляют бульдозерами и режес грейдерами. Разравнивание производят горизонтальными слоями при продольном перемещении бульдозера по площадке.

Оптимальная толщина слоев укладываемого и разравниваемого грунта в рыхлом состоянии 0,2...0,4 м. Последовательность и число проходов бульдозера устанавливают в зависимости от свойств грунта и ширины насыпи. Разравнивание производят от краев насыпи с **перекрытием предыдущей проходки на 0,3...0,4 м.**

Уплотнение грунта на насыпи ведут в той же последовательности, что и его отсыпку. Грунт уплотняют путем последовательных круговых проходов катка по всей площади насыпи, причем каждая последующая проходка должна перекрывать предыдущую на 0,2...0,3 м. После завершения цикла укатки грунта на всей насыпи, в такой же последовательности выполняют укатку и в последующих циклах.

Катки гладкие и с ребристыми вальцами уплотняют грунт на глубину до 10 см. Кулачковые катки применяют для уплотнения суглинистых и глинистых грунтов на глубину до 30 см, в песчаных грунтах уплотнение захватывает грунт на глубину 35...50 см. Масса таких катков различна – от 5 до 30 т.

Главный **параметр грунтоуплотняющих машин** – масса вместе с балластом. Основные технологические параметры: ширина полосы уплотнения, толщина уплотняемого слоя. Катки на пневматических шинах выпускают массой вместе с балластом от 10 до 100 т. Самоходные вибрационные катки имеют массу до 8 т. Катками с гладкими вальцами на пневмоколесном ходу можно уплотнять грунты слоями по 0,4 м. Число проходов катков по одному месту при уплотнении связных грунтов колеблется от 8 до 12.

Грунтоуплотняющие машины способны выполнять лишь одну операцию в составе комплексного процесса – послойное уплотнение укладываемого грунта. Для уплотнения грунта в стесненных условиях используют различного рода трамбовки, а также подвешенное к стреле экскаватора оборудование для уплотнения (рис. 7.13).

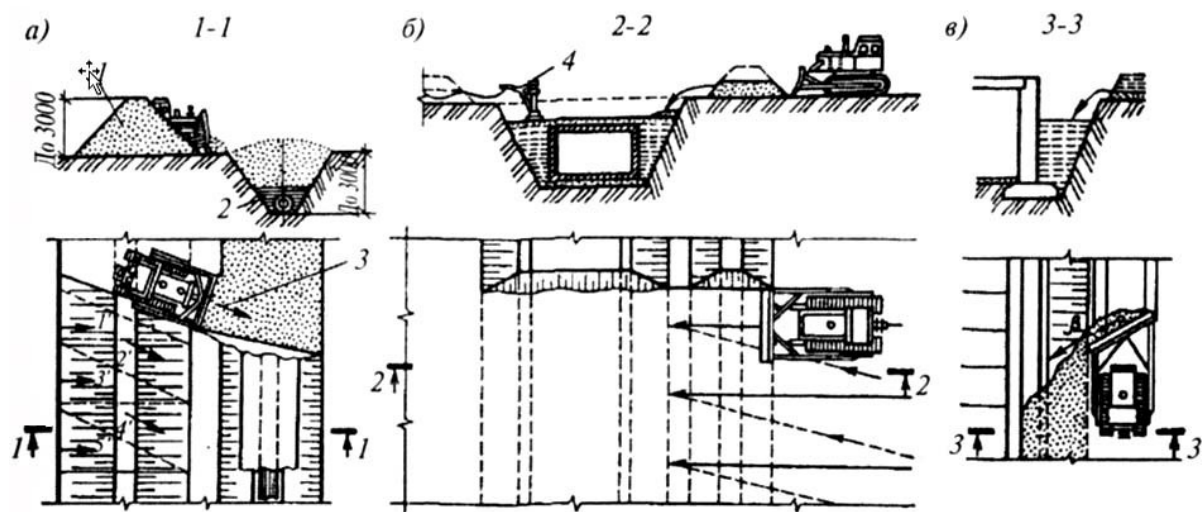


Рис. 7.13 - Засыпка грунта в откосы бульдозером:

а) в траншее поперечными и косоперечными проходками; б) в пазухи траншеи подземного коллектора по челночной схеме; в) в пазухи котлована при движении бульдозера с наклонным отвалом; 1 – отвал грунта; 2 – зона засыпки грунта вручную; 3 – направления движения бульдозера; 4 – электро- или пневмотрамбовка

Окончательное уплотнение насыпей выполняют при 6...8 проходках по одному месту самоходными и прицепными катками с гладкой поверхностью, катками ребристыми и кулачковыми. В пазухах котлованов и траншей – вибраторами ручными, вибро- и пневмоплощадками на глубину до 40 см.

После отсыпки и уплотнения насыпи планируют и укрепляют ее откосы. В зависимости от высоты и крутизны откосов для планировки применяются бульдозеры, оборудованные специальными откосниками, автогрейдеры. Планировку и уплотнение откосов высоких насыпей выполняют драглайном со сменным специальным оборудованием в виде режущей балки и катка.

Для гидровиброуплотнения песчаных и супесчаных грунтов их насыщают водой и применяют глубинные вибраторы, которые легко погружаются под действием собственного веса. Образовавшуюся после вибрирования скважину засыпают песком, который затем подвергают повторному вибрированию до появления на поверхности воды. Для насыщения грунта водой в грунт забивают трубы, перфорированные в нижней части. Верхние концы труб резиновыми шлангами присоединяют к водопроводу. Перестановка труб и вибратора производится на уплотняемой площади в шахматном порядке. Этим способом пористость грунта снижается до 20 %.

Контроль качества уплотнения грунтов. В процессе грунтоуплотнительных работ ведется контроль качества уплотнения грунта в соответствии с инструкциями путем взятия проб или специальными приборами непосредственно в теле насыпи.

Контроль качества земляных работ заключается в систематическом наблюдении за их выполнением, проверке соответствия их проектной документации, требованиям нормативной документации и инструктивным указаниям. Постоянный контроль качества осуществляют линейные инженерно-технические работники. Для этого организуют повседневный операционный контроль, который осуществляют производители работ и мастера с привлечением представителей геодезической службы и строительной (грунтовой) лаборатории. В общем случае проверяют:

- положение выемок и насыпей в пространстве (в плане и высотное);
- геометрические размеры земляных сооружений;
- свойства грунтов, залегающих в основании сооружений;

- свойства грунтов, используемых для устройства насыпных сооружений;
- качество укладки грунта в насыпи и обратные засыпки (характеристики уложенных и уплотненных грунтов).

При контроле положения в пространстве и размеров сооружений проверяют расположение на плане земляных сооружений и их размеры; отметки бровок и дна выемок; отметки верха насыпей с учетом запаса на осадку; отметки спланированных поверхностей; уклоны откосов выемок и насыпей. Данный контроль осуществляют с помощью геодезических приборов (гониометров, теодолитов и нивелиров), а также простейших инструментов и приспособлений – рулеток, метров, строительных уровней, отвесов, шаблонов, откосников, реек длиной 2 и 3 м с мерительными клиньями для установления величины просветов под ними, наборов визирок и вешек. Полученные измерениями данные не должны превышать допустимых нормативными документами отклонений геометрических размеров.

Оценку свойств грунтов в основаниях сооружений, карьерах (резервах), насыпях и обратных засыпках проводят для установления соответствия их ранее принятым при проектировании. Для этого определяют основные характеристики – плотность и влажность, являющиеся критериями качества. Кроме того, для сооружений I и II классов капитальности проверяют (при необходимости) гранулометрический состав, коэффициент сдвига, фильтрационные свойства.

Оценку основных свойств проводят, как правило, на пробах, взятых из массивов грунтов естественного залегания или уложенных и уплотненных (рис. 7.14).

Отбор образцов для оценки качества грунта в основаниях, карьерах и резервах производят из шурфов на глубине 0,5 м и более. Отбор производят по сетке при однородных грунтах – с каждого угла всех квадратов со стороной 50...100 м, а при неоднородных – дополнительно со всех участков с различными грунтами.

Отбор проб в насыпях и обратных засыпках производят в связных и песчаных без крупных включений грунтах – методом режущих колец, а при гравелисто-песчаных и мелкозернистых с включением крупных фракций – методом лунок. На насыпях вертикальной планировки контрольные пробы грунта отбирают в шахматном порядке через 20...40 м, а в обратных засыпках пазух возле граней сооружений – на расстоянии не более 0,3 м от них. **При операционном контроле** плотности грунта

проверяют всю площадь основания по разбивочной сетке 10x10 м, но не менее чем в трех точках на участке площадью менее 100 м². Результаты измерений заносятся в журнал.

При отборе проб **методом режущих колец** структура и плотность грунта сохраняются и в образцах. Отбор производят грунтоотборником, состоящим из режущего кольца, приспособлений для отбора проб и ударника с подвижным грузом. Для взятия пробы на выровненную поверхность ставят грунтоотборник и ударником погружают режущее кольцо до тех пор, пока поверхность грунта не окажется на 3...5 мм выше края кольца. Затем кольцо вынимают и срезают выступающий из него грунт.

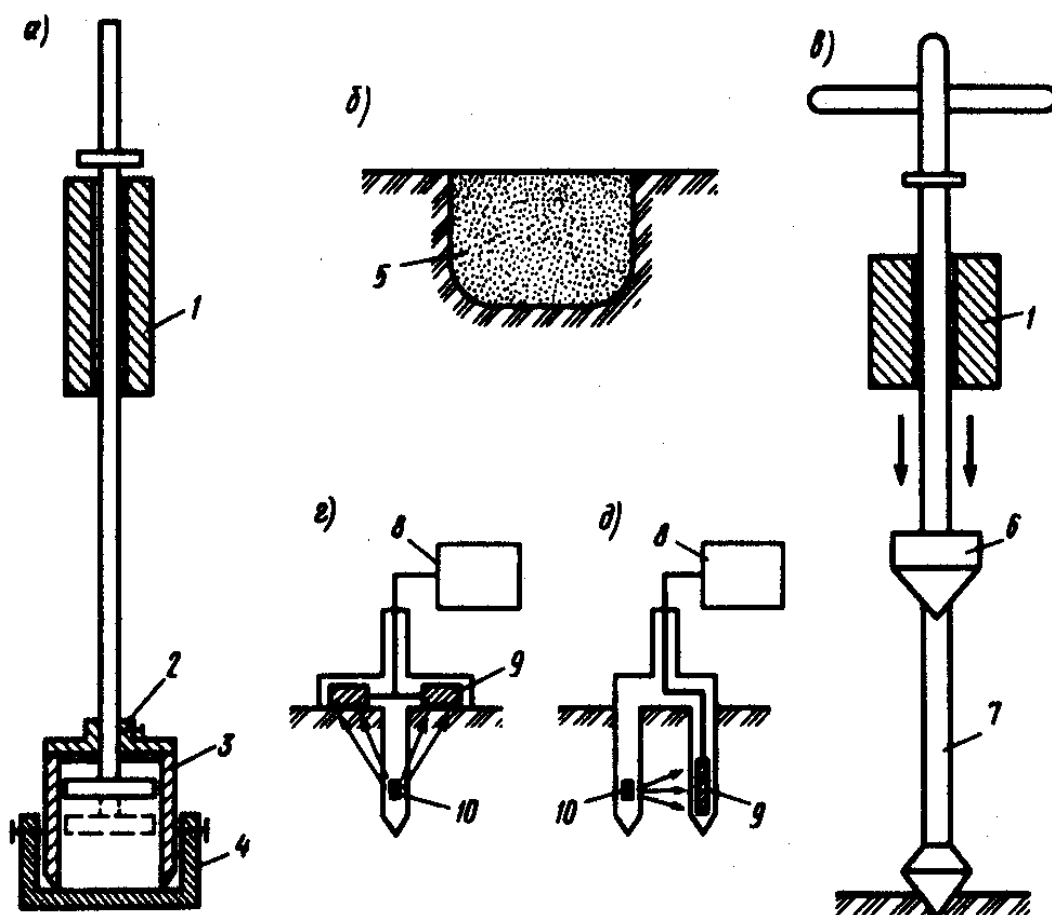


Рис. 7.14 - Определение характеристик и качества уплотнения грунта:
 а) отбор проб методом колец (схема грунтоотборника); б) то же, методом лунок;
 в) определение плотности грунта методом пенетрации (схема прибора);
 г) ординарная схема определения плотности и влажности грунта радиоизотопным методом;
 д) то же, двойная схема; 1 – подвижной груз; 2 – съемное кольцо; 3 – режущее кольцо; 4 – поддон; 5 – лунка; 6 – наковальня; 7 –

зонд с конусным наконечником; 8 – измерительный пульт; 9 – детектор; 10 – источник питания

При методе лунок грунт отбирают из шурфов диаметром 20...30 см и глубиной 15...20 см. В образовавшуюся лунку дозированно засыпают сухой песок, по количеству которого судят об объеме извлеченного грунта.

Методы режущих колец и лунок не позволяют определить плотность скелета грунта непосредственно в процессе работ и тем самым оперативно реагировать на изменение условий уплотнения грунта. Поэтому на практике применяют менее точные, но достаточные для принятия первоначального решения различные экспрессные методы: пенетрации, радиоизотопный и др.

Метод пенетрации основан на измерении глубины погружения в уплотненный грунт зонда с конусным наконечником в зависимости от количества ударов груза фиксированной массы, падающего с определенной высоты. Применяют динамический плотномер Д-51М - для оценки уплотнения песчаных и глинистых грунтов с электронным блоком (контролируемый слой грунта до 30 см). Принцип работы электронного блока заключается в подсчете числа ударов груза динамического плотномера и определении значения коэффициента уплотнения грунта в зависимости от заданного диапазона контролируемого грунта. Подсчет ударов груза осуществляется бесконтактным способом с помощью датчика, установленного в верхней части электронного блока (рис. 7.15).

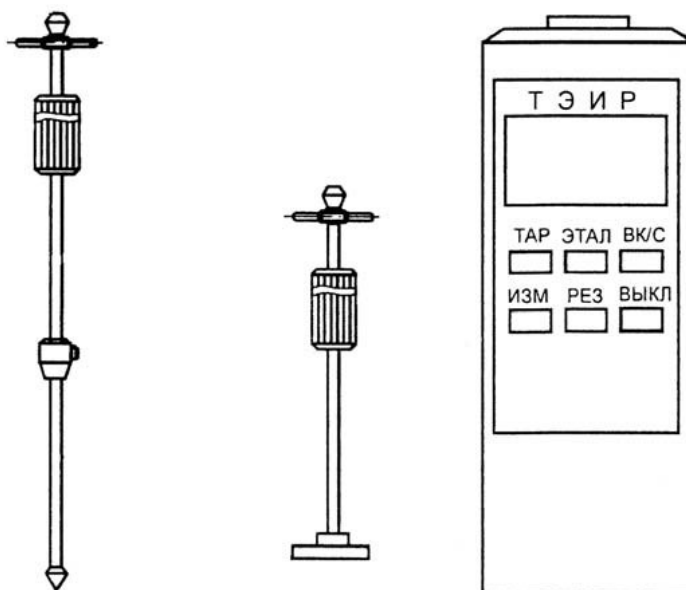


Рис. 7.15 - Динамический плотномер Д-51М

Радиоизотопный метод базируется на различной интенсивности проникновения гамма-излучения в зависимости от плотности и влажности грунта при фиксированном расстоянии между источником и приемником излучения. Плотность и влажность грунта определяют по градуированным графикам, выражающим зависимость показаний приборов от характеристики грунта.

Геотехнический контроль на строительной площадке осуществляют контрольные посты и полевые лаборатории. Контрольные посты ведут контроль на строительстве с суточным объемом работ менее 3500 м³ перерабатываемого грунта, а полевые лаборатории – с суточным объемом более 3500 м³.

Работники контрольного поста (полевой лаборатории) на строительстве земляных сооружений выполняют следующие обязанности: следят за соответствием грунта проекту, толщиной укладываемого слоя и технологией работ по укладке и уплотнению грунта, установленной проектом производства работ, отсутствием в отсыпанном слое растительных и некачественных грунтов, числом проходов (ударов) грунтоуплотняющих машин по одному следу. Проверяют подготовку поверхности ранее уплотненного слоя для отсыпки на него последующего слоя и влажность грунта в слое перед уплотнением; выполняют своевременный и в необходимом количестве отбор проб и образцов грунта из основания, тела насыпи и карьеров; определяют плотность скелета в каждом слое грунта в процессе его уплотнения, а на участке опытного уплотнения – рациональный режим работы грунтоуплотняющих средств, оптимальную толщину и необходимую оптимальную влажность уплотняемого слоя грунта.

Работники контрольного поста (лаборатории) доводят до сведения технического персонала, выполняющего работы по возведению данного сооружения, о полученных результатах лабораторных испытаний и контрольных измерений, а также о фактах несоответствия проекту и установленной технологии работ.

В своей деятельности работники контрольных постов подчиняются производителю работ (начальнику участка), а полевых лабораторий – главному инженеру строительной организации.

4.3. Комплексно-механизированные процессы разработки, планировки, транспортирования, отсыпки грунтов

При комплексной механизации земляных работ все технологически связанные операции данного производственного процесса – **основные** и **вспомогательные** – выполняют механизированным способом при помощи взаимодополняющих друг друга машин, работающих на оптимальных режимах.

Машины комплекта работают как единый агрегат, в котором отдельные машины выполняют операции в последовательном порядке непрерывным потоком. Кроме **ведущей машины**, предназначенной для разработки грунта, в комплект включают машины для предварительного разрыхления, транспортирования и уплотнения грунта, профилирования поверхностей и др. Основные параметры ведущей и вспомогательных машин увязывают, исходя из наиболее полного использования всех машин и, прежде всего, ведущей.

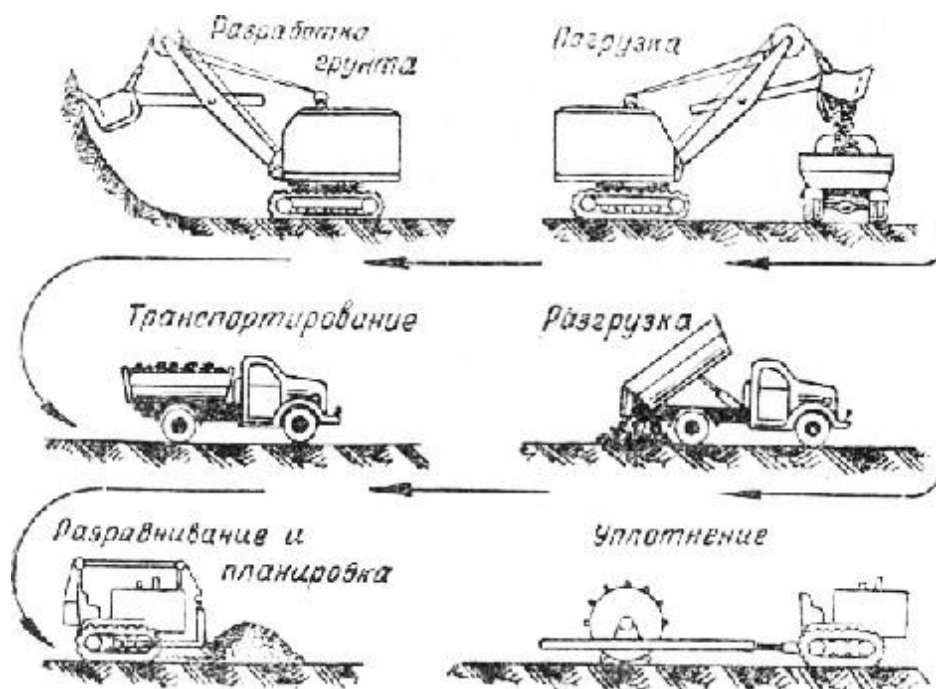




Рис.7.16 - Комплексная механизация земляных работ

При выборе наиболее целесообразного метода производства земляных работ по планировке площадок, устройству котлованов, траншей, земляного полотна дорог и других земляных сооружений необходимо учитывать объемы работ, характеристики грунта по трудности разработки, рельеф местности, распределение земляных масс на участках разработки, дальность перемещения грунта, метеорологические и климатические условия, наличие всех необходимых ресурсов и другие условия производства работ.

Данные результатов подсчета объемов по планировке площадки и план насыпей и выемок дают возможность распределить земляные массы, наметить направления и определить расстояния их перемещения.

Если объемы работ в выемках и насыпях компенсируют друг друга, необходимо **стремиться к минимальным перемещениям** грунта, то есть чтобы сумма произведений объемов выемок на средние расстояния перемещения была бы наименьшей.

На незастроенных площадках средним расстоянием перемещения грунта принято считать расстояние между центрами тяжести выемки и насыпи. Даже при отсутствии влияния местных условий расстояние между центрами тяжести участков является, как правило, лишь приближенным значением среднего расстояния перемещения грунта, и, тем не менее, достаточным для расчета комплекта машин.

При сложных площадках и значительных расстояниях перевозки

грунта оптимальный вариант выбирают методом линейного программирования с применением вычислительных машин.

Когда возводят линейные земляные сооружения (земляное полотно дорог, каналы и др.), где чередуются по трассе участки выемок и насыпей, назначают участки насыпей, которые следует возводить, перемещая грунт из выемок в продольном направлении; одновременно выбирают на трассе места для закладки резервов или отсыпки кавальеров, необходимых при поперечном перемещении грунта. Это учитывают при выборе комплектов машин.

Для **выбора ведущей машины** при разработке котлованов и траншей в первую очередь учитывают основные технические параметры машины, обеспечивающие ширину и глубину разработок, способы выгрузки грунта и необходимую производительность, соответствующую объему работ.

При комплексно-механизированных процессах разработки грунта с предварительным рыхлением, погрузкой и транспортированием грунта, разравниванием его в насыпях, уплотнением, окончательной зачисткой и планировкой, выполняемых непрерывным потоком, производительность ведущей машины — экскаватора принимается

$$Pэ \leq NрPр \leq NаPа \leq NбPб \leq NуPу,$$

где $Nр$, $Nа$, $Nб$, $Nу$ – количество рыхлителей, автосамосвалов, бульдозеров, уплотняющих машин и т. д.;

$Pр$, $Pа$, $Pб$, $Pу$ – производительность указанных машин, м³.

Завершающие процессы при возведении земляного сооружения, относящиеся ко всему объему, такие, как окончательная планировка dna выемки, отделка откосов и поверхности насыпи, могут быть выполнены отдельным независимым потоком либо их включают в состав специализированного потока.

При небольшом объеме работ тягач прицепного рыхлителя можно использовать попеременно в разные смены: например, на подготовке разрыхленного участка для работы одного скрепера в одну смену и укатке грунта в насыпи прицепными катками – в две смены.

Для разработки одного и того же участка по условиям производства работ могут быть применены **различные комплекты машин**. Окончательно комплект выбирают, **сравнивая технико-экономические показатели**: суммарную стоимость 1 м³ земляных работ, трудоемкость разработки 1 м³ грунта и продолжительность работ.

Организация процесса. В промышленном и жилищном строительстве земляные работы начинают с устройства земляного полотна дорог.

Работы по вертикальной планировке площадок на участках выемок выполняют до устройства котлованов и траншей. Насыпи отсыпают после укладки коммуникаций и возведения фундаментов зданий. Если фундаменты и подземные сооружения невозможно устроить до возведения насыпи, то участки, занимаемые сооружением, оставляют временно незасыпанными.

Последовательность выполнения земляных работ устанавливают в соответствии с принятой очередностью строительства.

Участок, на котором будет работать выбранный комплект машин, разбивают на захваты, последовательно занимаемые отдельными машинами или группами машин, работающими непрерывным потоком.

Минимальное количество захваток должно соответствовать количеству одновременно выполняемых процессов. Так, при разработке выемок с предварительным рыхлением грунта для одновременной работы землеройной машины и рыхлителя требуется минимум две захватки.

При одновременном выполнении дополнительных процессов по очистке территории от пней и кустарника, подготовке и отогреву грунта (в зимних условиях), понижению уровня грунтовых вод, профилированию насыпи и других работ минимальное число захваток в выемках и насыпях соответственно увеличивают.

Размеры захваток определяются необходимым фронтом работ для ведущих землеройных и землеройно-транспортных машин. Например, при подготовке фронта работ для скреперов площадь захватки выемки

$$F = \kappa \sum \Pi / h, (\text{м}^2)$$

где κ – продолжительность работы скрепера на одной захватке (модуль цикличности), принимаемый равным одной смене;

$\sum \Pi$ – суммарная производительность комплекта скреперов, м^3 ;

h – толщина разрыхляемого слоя, м.

При устройстве линейных земляных сооружений (полотна дорог и др.) с продольным перемещением грунта длина захватки выемки

$$L_B = \kappa \sum \Pi / Bh, (\text{м});$$

длина захватки насыпи

$$L_H = \kappa \sum \Pi / Bh, (\text{м})$$

где B – средняя ширина выемки или насыпи, м.

Размер захватки экскаватора в котлованах и других выемках зависит от рельефа местности, рабочих параметров оборудования экскаватора, сменной его производительности, принятой схемы передвижки экскаватора, а также характеристики грунта. Объем одной захватки при разработке котлованов принимают равным сменной производительности экскаватора.

В зависимости от размера захватки, принятой для ведущей машины, определяют объемы работ для остальных предшествующих и последующих процессов, подбирают машины и составы бригад для них. Если производительность вспомогательной машины смежного процесса очень высока, и она полностью не может быть использована в комплекте с установленным количеством ведущих машин, применяют в качестве вспомогательной универсальную машину, выполняющую несколько процессов.

Например, непрерывность процесса рыхления грунта возможна только при значительном сменном потоке грунта, так как производительность рыхлителя очень высока (5200...8900 м³ в смену). Пользуясь в качестве универсальной машины бульдозером с прицепными снарядами, можно периодически выполнять процессы рыхления грунта и уплотнения насыпи, сохраняя при этом размеры захваток соответствующими сменной производительности ведущей машины.

При большом фронте работ размеры захватки для вспомогательной машины можно увеличить до размеров, кратных величине захваток ведущей машины. Так, планировку насыпи высокопроизводительным автогрейдером можно выполнять в одну смену сразу на двух-трех захватках, установленных для отсыпки насыпи. Непрерывность работы высокопроизводительной вспомогательной машины в этом случае обеспечивает некоторое опережение основных ведущих работ во времени, иначе приходится использовать вспомогательную машину на нескольких самостоятельных участках.

В организации производства земляных работ предусматривается максимальное совмещение процессов, выполняемых различными комплектами машин и бригадами рабочих. Включение в поток отдельных процессов, выполняемых машинами или бригадами рабочих, производится через интервал времени, зависящий от способов и условий производства

работ.

Устанавливая интервалы времени между отдельными процессами, учитывают условия техники безопасности, принятую технологию устройства того или иного земляного сооружения, а также темпы работы следующих друг за другом отдельных машин.

Так, при разработке выемок экскаваторами по условиям техники безопасности все последующие процессы можно выполнять на захватках, расположенных вне радиуса действия экскаватора.

Это обстоятельство и определяет разрыв во времени между процессом разработки грунта и зачисткой откосов или планировкой дна выемки. Поточное производство земляных работ предусматривает максимальное совмещение производственных процессов с учетом соблюдения правил техники безопасности и принятой общей технологии производства строительных работ.

Рекомендации для студентов:

Степень усвоения темы можно проверить, ответив на вопросы контрольного тестирования - раздел 3 «Контроль знаний»

РАЗРАБОТКА ГРУНТА БУРЕНИЕМ, ЗАКРЫТЫЕ СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ, УСТРОЙСТВО ВЫТРАМБОВАННЫХ КОТЛОВАНОВ

Рассматриваемые вопросы:

- 8.1. Способы бурения, ударное и ударно-вращательное бурение скважин.
- 8.2. Способы вращательного бурения скважин.
- 8.3. Физические способы образования скважин.
- 8.4. Закрытые способы производства земляных работ.
- 8.5. Устройство вытрамбованных котлованов.

8.1. Способы бурения, ударное и ударно-вращательное бурение скважин

Назначение и способы бурения. В строительстве буровые работы применяются главным образом при инженерно-геологических изысканиях, разработке взрывным способом скальных или рыхлении мерзлых грунтов, устройстве водопонижающих скважин, искусственном закреплении грунтов, устройстве набивных свай.

С помощью бурения в грунте образуются каналы различного диаметра и глубины. Каналы диаметром до 75 мм и глубиной до 5-6 м принято называть **шпурами**, при больших размерах – **скважинами**. Они могут быть вертикальными, наклонными и горизонтальными. Дно скважины (шпура) называют забоем, верхнюю часть – устьем, боковые поверхности – стенками.

Буровые работы производят, как правило, с использованием механического оборудования. При небольшой глубине бурения и незначительных объемах работ допускается применение ручного бурового инструмента.

Трудоемкость бурения породы характеризуется временем чистого бурения 1 м скважины (шпура) и зависит от крепости породы. Крепость породы характеризуется коэффициентом крепости f . Коэффициент f равен: для мягких пород – 0,8...2; для средних – 3...4; для крепких – 5...10 и для очень крепких – 15...20.

По характеру разрушения горных пород способы бурения подразделяются на две группы: **механические** – бурение породоразрушающими инструментами, непосредственно воздействующими

на породу; **немеханические** – бурение с использованием физико-химических методов разрушения горных пород без непосредственного контакта источника воздействия с породой.

При производстве буровых работ наибольшее распространение получили **механические способы** бурения: **вращательный, ударный, вибрационный, ударно-вращательный**. Разрушенный грунт (шлам) удаляют из скважин глинистым раствором или водой, струей сжатого воздуха, шнековыми устройствами, желонками и другими приспособлениями, выбираемыми в зависимости от способа бурения, глубины скважины и рода грунта.

Стенки скважин в слабых, рыхлых и насыщенных водой грунтах крепят стальными обсадными трубами. Колонны обсадных труб состоят из звеньев длиной 1,5...4,5 м, соединяемых между собой муфтами, ниппелями или свинчиванием (труба в трубу). Внутренний диаметр труб принимают на 4...6 мм больше диаметра бурового инструмента. Для облегчения опускания колонны обсадных труб на нижнее их звено устанавливают коронку, а для защиты нарезки от ударов на верхнее звено обсадной трубы – патрубков.

К **немеханическим способам** относят: **термический, взрывной, гидравлический, электрогидравлический, магнитострикционный, плазменный**. Из немеханических способов практическое значение в настоящее время имеет термический (огневой) способ. Область применения такого или иного способа бурения определяется физико-механическими свойствами горных пород, а также минимальными затратами на бурение.

По характеру образования буровых выработок различают бурение сплошным забоем и колонковое. При **бурении сплошным забоем** всю породу в скважине разрушают и удаляют в разрушенном виде. При **колонковом бурении** разрушение породы происходит лишь по кольцевой поверхности забоя, а внутреннюю часть породы в виде цилиндра (керн) извлекают из скважины целиком. Колонковое бурение обычно применяется в разведывательных целях, так как оно позволяет исследовать породу ненарушенной структуры.

Технологический процесс механического бурения складывается из операций по разрушению породы, транспортированию породы на поверхность, обеспечению устойчивости стенок скважины и вспомогательных операций. Грунт в забое разрушают ударами, резанием, истиранием, сколом и комбинированным способом (например, ударно-вращательным). Буровой наконечник приводится в действие вращением, сбрасыванием (при подвеске на канате или штанге), принудительным внедрением в породу забивкой, вибрацией, вдавливанием и т. д.

Дальнейшее совершенствование буровых работ идет в направлении создания новых экономичных методов бурения, комплексной механизации и автоматизации процессов, оснащения буровых агрегатов гидроприводом и контрольно-измерительными приборами.

Бурение скважин ударным методом. Ударный способ заключается в том, что буровой снаряд массой 1000...3000 кг падает с определенной высоты в забой скважины и разрушает породу вследствие развивающейся при его падении силы удара. После каждого удара буровой снаряд поворачивается на некоторый угол, благодаря чему создаются условия для равномерного разрушения всей площади забоя скважины. Во время бурения в скважину периодически подают воду, и образовавшийся шлам вычерпывают желонкой. Буровой станок, применяемый для ударного бурения, состоит из агрегата на гусеничном ходу, рамы, кабины, мачты с инструментальным и желоночным блоками, механизма свинчивания бурового снаряда, инструментальной и желоночной лебедок. Мачту поднимают и опускают ручной лебедкой. Ударным способом бурят скважины диаметром до 400 мм и глубиной до 200 м (рис. 8.1).

На буровом снаряде закрепляется рабочий инструмент (долота, стаканы или желонки). Сорвавшиеся части бурового снаряда извлекают ловильным инструментом. Принцип ударного бурения скважин используется в станках ударно-канатного бурения. Ударно-канатное бурение эффективно при проходке скважин в мерзлых грунтах, закарстованных породах и в породах с коэффициентом крепости $f < 15$.



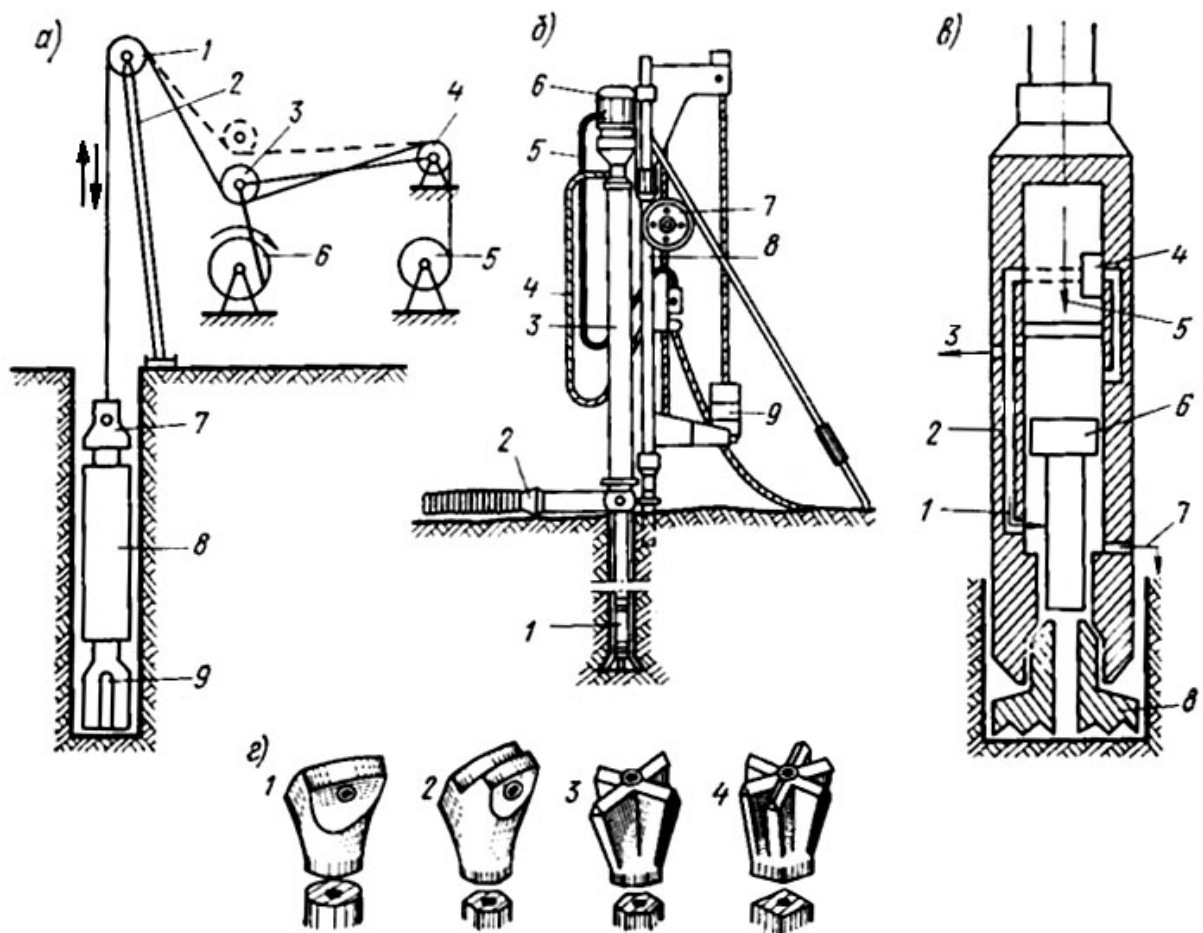


Рис. 8.1 - Станки и инструмент ударного бурения:

а) схема станка ударно-канатного бурения: 1 – блок; 2 – опорная мачта; 3 – балансирный ролик; 4 – направляющий ролик; 5 – лебедка; 6 – кривошипно-шатунная передача; 7 – канатный замок; 8 – ударная штанга; 9 – долото; б) станок ударно-вращательного бурения: 1 – пневмоударник; 2 – обеспыливатель; 3 – буровая штанга; 4 – рукав для воздуха; 5 – электрокабель; 6 – вращатель; 7 – лебедка; 8 – станина; 9 – противовес; в) схема пневмоударника: 1 – путь сжатого воздуха; 2 – цилиндр; 3 – выход воздуха; 4 – воздухораспределительное устройство; 5 – сжатый воздух; 6 – поршень со штоком; 7 – выход сжатого воздуха; 8 – коронка; г) виды буровых головок: 1 – однодолотчатая; 2 – двухдолотчатая; 3 – крестовая; 4 – звездчатая

Бурение скважин ударно-вращательным методом. Ударно-вращательное бурение применяют для бурения скважин диаметром 100...200 мм, глубиной до 30 м. При ударно-вращательном бурении породоразрушающий инструмент одновременно с усилиями, характерными для вращательного способа, испытывает динамические нагрузки, которые периодически и с большей частотой воздействуют на буровую коронку, что способствует повышению эффективности разрушения породы и резко уменьшает износ коронки по сравнению с вращательным бурением.

Особенность его состоит в том, что ударное действие и вращение бурового инструмента выполняются двумя независимо работающими

механизмами – вращателем и погружным пневмоударником (рис.8.2, 8.3).

Порода удаляется из скважины отработанным в пневмоударнике сжатым воздухом или потоком воды, нагнетаемой в скважину. Ударно-вращательный способ применяется при бурении крепких и трудноразрушаемых пород со значительной трещиноватостью.



Рис.8.2 - Ударно-вращательное бурение



Рис.8.3 - Ударно-вращательное бурение горных пород

К механизмам ударно-вращательного бурения относятся также пневматические бурильные молотки-перфораторы, используемые для бурения шпуров в породах любой крепости.

8.2. Способы вращательного бурения скважин.

Для разрушения породы **вращательным бурением** применяют буровые наконечники, снабженные специальными коронками: алмазными, из твердых сплавов и др. Буровой наконечник приводится во вращение колонной штанг или труб, по которым на забой подается промывочная жидкость (рис. 8.4).

Основные виды вращательного способа бурения – роторное и шнековое, выполняемые с помощью самоходных установок (преимущественно) или станков. Применяют также электрические сверлильные машины.

Для устройства скважин в рыхлых породах наиболее часто в строительстве применяется **роторное вращательное бурение** сплошным забоем шарошечными и лопастными долотами (рис. 8.5). Режим роторного бурения определяется осевым давлением на долото, скоростью вращения и количеством подаваемой в скважину промывочной жидкости.



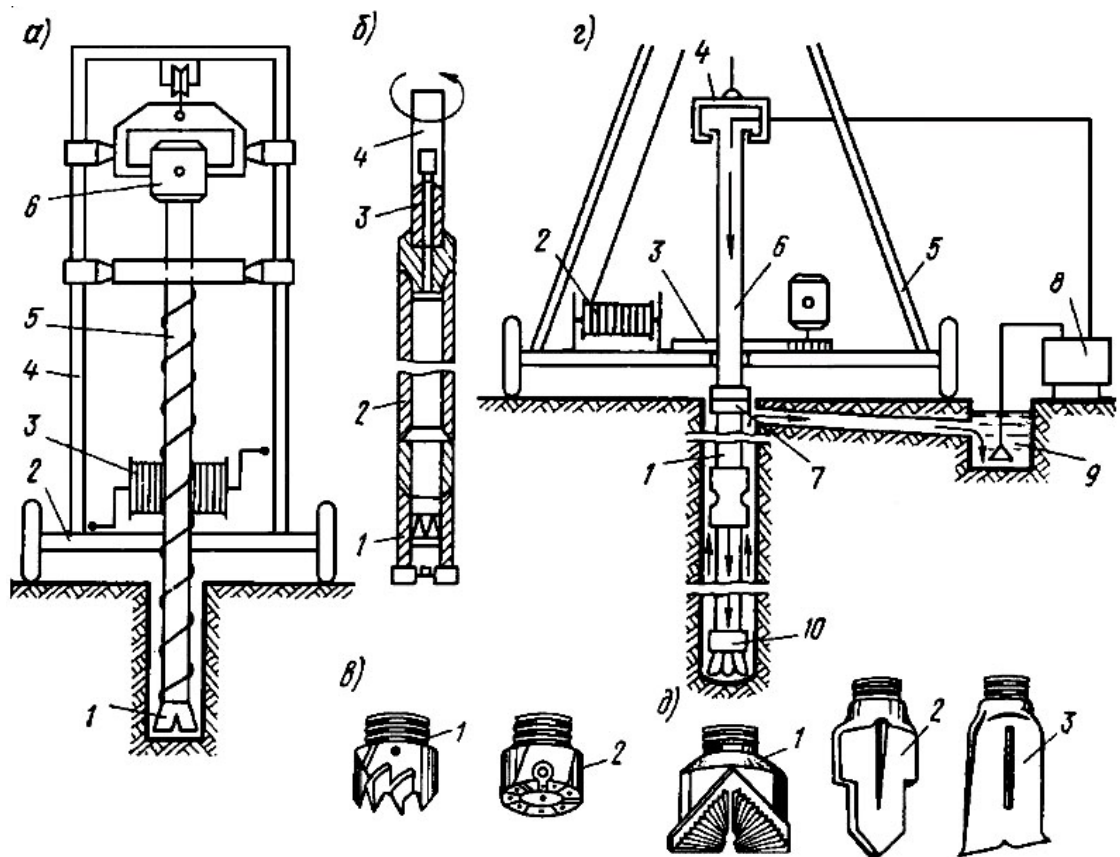


Рис. 8.4 - Станки и инструмент вращательного бурения:
 а) схема станка шнекового бурения; 1 – резец; 2 – платформа; 3 – лебедка; 4 – направляющая стойка; 5 – штанга с ребортой; 6 – электродвигатель;
 б) колонковый снаряд; 1 – кольцевая коронка; 2 – колонковая труба; 3 – переходная муфта; 4 – вращающаяся штанга станка; в) кольцевые коронки армированные; 1 – резцы, армированные твердыми сплавами; 2 – алмазные резцы; г) схема станка роторного бурения; 1 – бурильная труба; 2 – лебедка; 3 – ротор; 4 – вертлюг; 5 – вышка; 6 – рабочая труба; 7 – соединительная труба; 8 – насос; 9 – бак с глиняным раствором; 10 – долото; д) рабочие наконечники; 1 – шарошечное долото; 2 – лопастное уступчатое долото; 3 – лопастное долото «рыбий хвост»

Осевое давление создается утяжелением нижних бурильных труб. Правильно подобранные утяжеленные трубы создают растягивающее усилие во всей колонне бурильных труб и обеспечивают большую жесткость нижней части колонны, что способствует уменьшению отклонений скважины от вертикали. Величина осевого давления должна меняться в процессе бурения в зависимости от характера проходимых пород и других причин. Для наблюдения за осевым давлением используются гидравлические индикаторы веса. Расход воды для промывки скважин при бурении шарошечными долотами составляет примерно 300...350 л/мин.

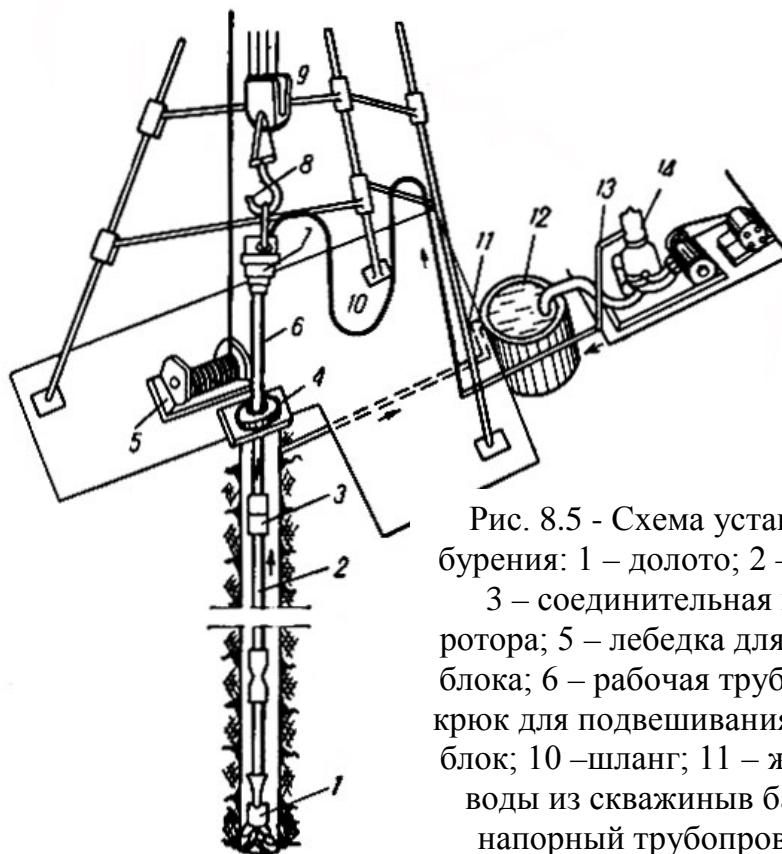


Рис. 8.5 - Схема установки роторного бурения: 1 – долото; 2 – бурильная труба; 3 – соединительная муфта; 4 – стол ротора; 5 – лебедка для подъема талевого блока; 6 – рабочая труба; 7 – вертлюг; 8 – крюк для подвешивания труб; 9 – талевый блок; 10 – шланг; 11 – желоб для возврата воды из скважины в бак; 12 – бак; 13 – напорный трубопровод; 14 – насос с двигателем для подачи в скважину

Во избежание характерных для роторного бурения искривлений скважин ведут наблюдение за процессом бурения с помощью специального прибора, определяющего угол и азимут искривления. Роторное бурение чаще всего применяют для устройства скважин диаметром до 200 мм и глубиной до 50 м.

Колонковое бурение применяют для проходки скважин диаметром 45...130 мм и глубиной до 200 м. Колонковые станки имеют лебедку подъема трубчатых штанг и механизм для их вращения. На конце штанги находится рабочая часть – колонковый снаряд с кольцевой коронкой, армированной резцами из твердых сплавов или алмазами (рис. 8.6).

При вращении бурового снаряда колонка под действием осевого давления внедряется в породу, образуя кольцевую выработку породы вокруг керна, входящего в колонковую трубу. После проходки на необходимую глубину буровые штанги вместе с колонковым снарядом и керном поднимают лебедкой на поверхность.

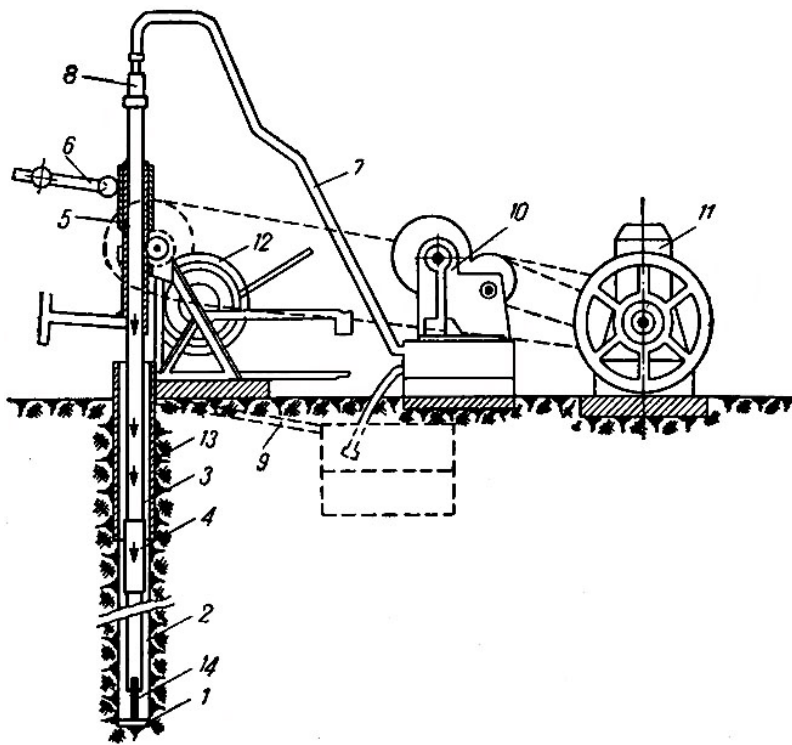


Рис. 8.6. Схема установки колонкового бурения: 1 – резец; 2 – колонковая труба; 3 – трубчатая штанга; 4 – переводник; 5 – шпindelь; 6 – рычажное устройство для регулирования нагрузки на забой; 7 – шланг для подачи в скважину глинистого раствора; 8 – верх шланги; 9 – желоб для осаждения промывочного раствора; 10 – насос; 11 – двигатель; 12 – лебедка для подъема оборудования из скважины; 13 – шламовая труба; 14 – керн

В процессе бурения в забой скважины насосом через бурильные трубы подают глинистый раствор (или воду). Смешиваясь с частицами разрушенной породы, глинистый раствор выносит их на поверхность по кольцевому пространству между штангами и стенками скважины. Глинистый раствор охлаждает бурильный инструмент и одновременно предотвращает обрушение стенок скважины.

Шнековое бурение. Разрушение и транспортирование породы производится шнеком, который состоит из штанг, имеющих приваренные по спирали реборды. Нижний конец шнека имеет специальное долото. Шаг спирали и скорость вращения шнека выбираются в зависимости от свойств породы.

Разрушенная порода будет легко продвигаться вдоль стенок скважины на поверхность, если сила, прижимающая породу к стенкам скважины, превышает силу трения породы о спираль шнека. По этой причине для бурения в липких и вязких глинах в скважину подливают немного воды, чтобы снизить силу трения между грунтом и поверхностью шнека. Плотные грунты следует бурить с меньшим числом оборотов шнека во избежание перегрева бурового наконечника. Вследствие того, что при шнековом бурении разрушение и транспортирование породы идут непрерывно (сплошным потоком), достигается высокая скорость проходки (рис. 8.7).



Рис. 8.7 - Шнековое бурение

Особо эффективен этот способ для бурения скважин диаметром до 250 мм на глубину до 50 м в грунтах II...IV категорий. Бурить скважины большого диаметра шнеками не удастся вследствие возникновения чрезвычайно больших сил трения породы о поверхность шнека.

Для бурения неглубоких котлованов диаметром до 1700 мм под фундаменты, столбы и т. п. применяются бурильные машины циклического действия, снабженные винтовым буром. Разрушение породы происходит при заглублении на высоту бура (1...1,5 захода винта). Грунт извлекается циклично лопастями бура (без вращения). Производительность подобной бурильной машины невысокая из-за цикличности работы и малого объема грунта, извлекаемого за один цикл. Степень влияния этих факторов усиливается с увеличением глубины проходки. Кроме того, конструктивные особенности серийно выпускаемых бурильных машин не позволяют увеличить глубину более 4...5 м.

Для проходки скважин диаметром до 1300 мм на глубину 30 м в неплотных грунтах целесообразно использовать буровые машины, снабженные цилиндрическим буром.

8.3. Физические способы образования скважин.

Рассмотрим **термический, гидравлический и электрогидравлический** способы образования скважин. **Термический способ** применяют для бурения очень крепких пород с кристаллической структурой и рыхления мерзлых грунтов. Имеются передвижные станки термического бурения на гусеничном и автомобильном ходу и ручные термобуры. По производительности даже ручное термобурение в 10...12 раз эффективнее механических способов бурения (рис. 8.8).

Ручной термобур представляет собой металлическую трубку-кожух диаметром 30 мм, в которую вмонтирована реактивная горелка с форсункой, распыляющей керосин. Температура огненной струи, выбрасываемой термобуром, достигает 1800...2000 °С. Если для бурения не требуются такие высокие температуры, то вместо кислорода подводят сжатый воздух. Порода, нагреваясь, раскалывается на мелкие части, выбрасываемые струей газа вверх. Передвижными станками термического бурения можно бурить шпур и скважины диаметром до 130 мм и глубиной до 8 м, а ручными термобурами – шпур диаметром 60 мм и глубиной 1,5...2 м.

В мерзлых грунтах шпур диаметром 50...70 мм и глубиной до 2 м бурят с применением горячего сжатого воздуха. Для бурения используют установку, состоящую из компрессора и калорифера. Сжатый воздух из компрессора, проходя через нагреватель, по шлангам поступает в калорифер. Струя сжатого

воздуха, подогретого до 60...90 °С, по шлангу, имеющему перфорированный наконечник, подается в грунт, размораживает его и выбрасывает из шпура.

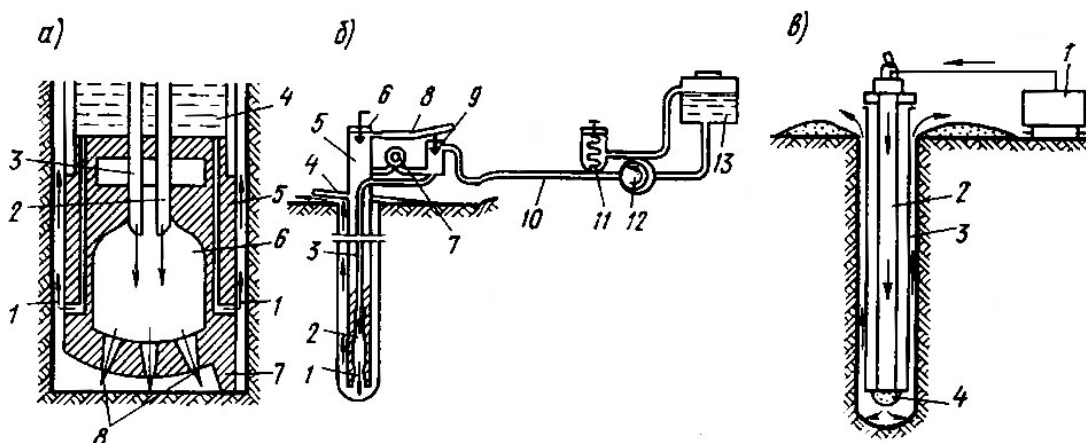


Рис. 8.8 - Схемы способов физического бурения:

а) схема горелки: 1 – выход воды, 2 – подача кислорода, 3 – подача топлива, 4 – вода, 5 – корпус горелки, 6 – камера сгорания, 7 - упор, 8 - выход газовых струй; б) схема ручного термобура: 1 – насадка, 2 – камера сгорания, 3 – топливная трубка, 4 – щиток, 5 – штанги, 6 – воздушный кран, 7 – манометр, 8 – рукав для воздуха, 9 – топливный кран, 10 – рукав для топлива, 11 – редукционный клапан, 12 – топливный насос, 13 – топливный бак; в) схема гидравлического бурения: 1 – насосная установка для подачи воды, 2 – труба, 3 – обсадная труба, 4 – насадка

Гидравлический способ бурения. При этом способе воду нагнетают в скважину через колонну труб и специальную струйную насадку, прикрепленную к нижней части колонны. Вода размывает забой, и трубы погружаются в грунт. Гидромасса, образованная размывом грунта, под давлением воды выжимается вдоль наружных стенок обсадной трубы, извлекаемой из грунта лебедкой. С помощью гидравлического бурения можно проходить скважины глубиной до 8 м со скоростью до 1 м/мин.

Электрогидравлическое бурение основано на использовании гидравлического удара, который возникает в результате мгновенных давлений в сотни и тысячи атмосфер, создаваемых в жидкости специально сформированными электрическими высоковольтными разрядами. Для формирования таких разрядов создана установка, позволяющая использовать электрогидравлический эффект для разрушения весьма крепких пород.

8.4. Закрытые способы производства земляных работ.

Закрытые способы производства земляных работ (без отрывки траншей или котлованов) широко применяются при прокладке подземных

коммуникаций и устройстве различных подземных выработок (проходок) под зданиями, сооружениями, улицами, дорогами и в других случаях, когда открытым способом вести работы невозможно. В зависимости от требуемых размеров и длины подземной проходки применяют: прокол и пневмопробивку грунта, вибровакuumный и гидромеханический способы, способ продавливания и горизонтального бурения, щитовую проходку, микрощиты и т.д.

Прокол – образование отверстий за счет радиального уплотнения грунта при вдавливании в него трубы с коническим наконечником, приваренным к её торцу.

Способ прокола наиболее технологичный, хорошо освоен специализированными подразделениями и находит широкое применение в практике гражданского и промышленного строительства. Прокалывание применяется для прокладки трубопроводов диаметром до 400 мм на расстояние до 50 м и осуществляется при помощи одного или нескольких гидравлических домкратов. Первое звено прокладываемого трубопровода снабжается острым закрытым наконечником и укладывается на направляющие рамы (рис. 8.9).

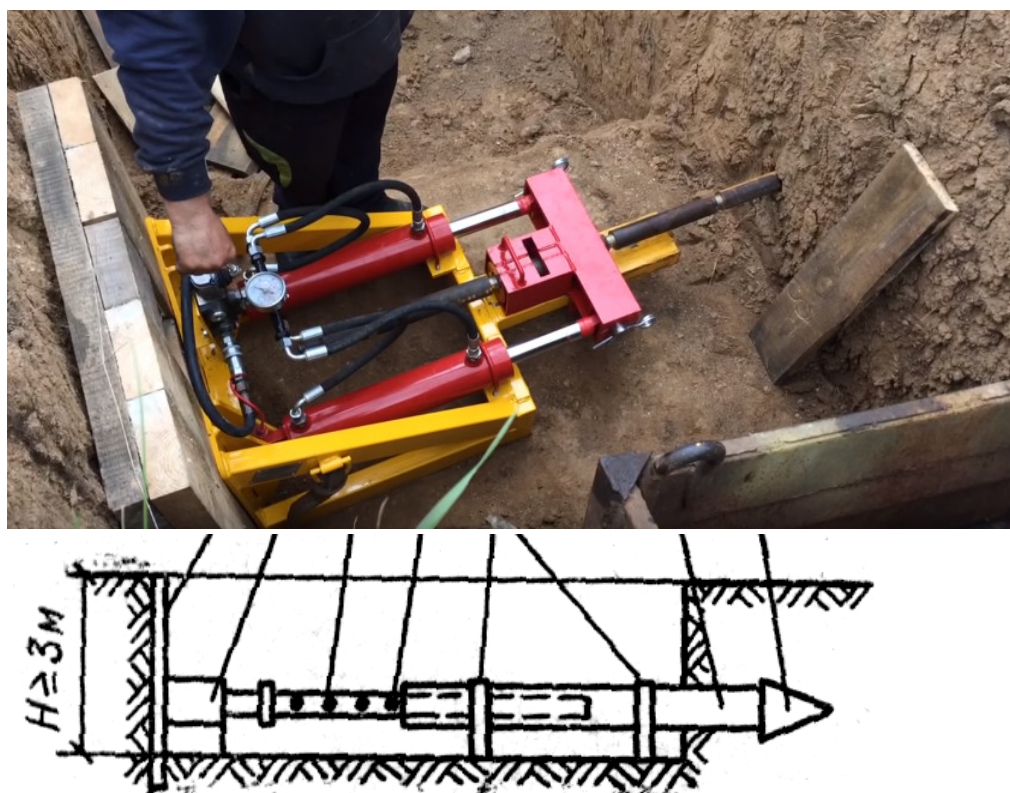


Рис. 8.9 - Способ прокола

Давление домкрата на трубу передается через шомпол с переставным штоком. Расстояние между отверстиями на шомполе равно длине рабочего

хода поршня домкрата. По мере вдавливания труба наращивается. Опорой для домкрата служит укрепленная щитом стенка прямка. Способ прокола может применяться при прокладке труб на глубине не менее 3 м в грунтах, не содержащих валунов и других твердых включений. В противном случае вдавливаемая труба может потерять прямолинейное направление или выйти на поверхность земли.

Пневмопробивка скважин ведется при помощи специального самодвижущегося пневмопробойника, работающего на сжатом воздухе. Он прост по устройству, надежен в эксплуатации, может применяться в стесненных условиях и обеспечивает высокую скорость проходки скважин. Пневмопробойники применяют для проходки в грунте скважин диаметром 50...400 мм (рис. 8.10).

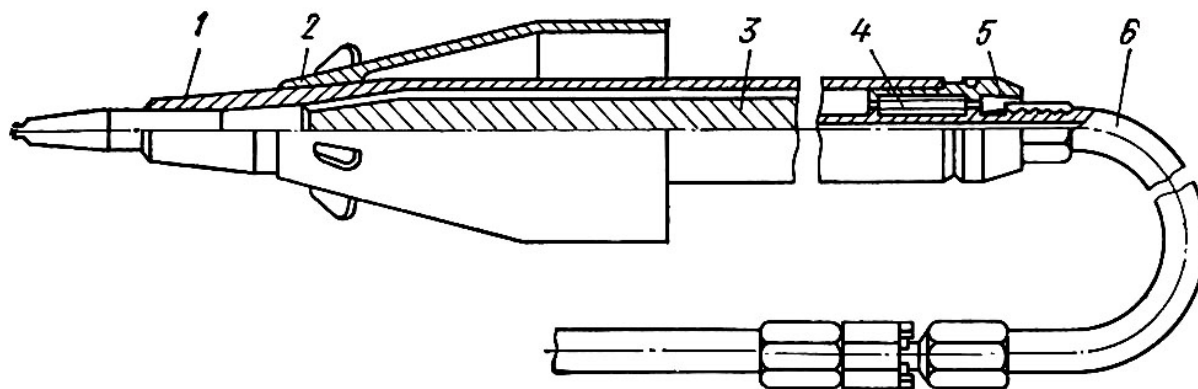


Рис. 8.10 - Пневмопробойник: 1 – корпус; 2 – съемный расширитель;
3 – ударник; 4 – золотник; 5 – реверсивное устройство; 6 – рукав

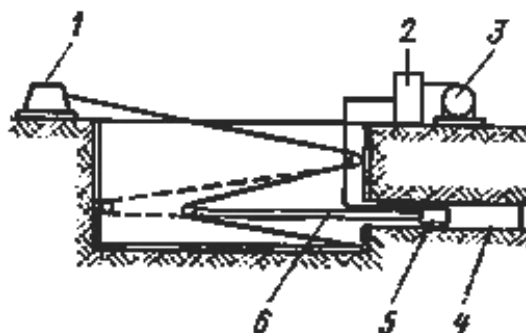
Практика показывает, что при встрече пневмопробойника с твердыми включениями (гравием, щебнем, строительным мусором и др.) или при проходке скважин в грунтах с прослойками различной плотности он отклоняется от проектной оси скважины, и вернуть его обратно на дневную поверхность часто оказывается невозможным. Поэтому пневмопробойники можно эффективно использовать для проходки скважин только в однородных грунтах и на расстояние не более 50 м. Их используют не только для пробивки скважин, но также и для забивки горизонтальных труб открытым концом под автомобильными и железными дорогами, с последующим извлечением грунта из трубы сжатым воздухом или желонкой (совком на приводе). Самый мощный пневмопробойник диаметром 400 мм может забить трубу диаметром до 2 м на расстояние 30...40 м.

Пневмопробойники широко применяют для разрушения изношенных трубопроводов и одновременного затягивания в их полость новых

трубопроводов, а также для забивки шпунта и свай, устройства набивных свай, глубинного уплотнения грунта и др.

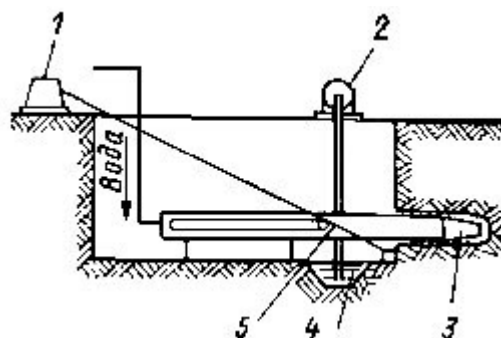
Вибровакуумный способ устройства горизонтальных скважин осуществляется установкой, состоящей из проходческого снаряда, лебедки и вакуум-насоса с грунтоулавливателем. На штанге проходческого снаряда закреплен стакан (отрезок трубы длиной 1,5...2 м с одним открытым концом) с вибратором (рис. 8.11). При помощи лебедки стакан прижимается к грунту. Вакуум-насосом в нем создается разрежение. Под действием атмосферного давления и лебедки стакан погружается в грунт и заполняется им. После продвижения на глубину 1,5 м снаряд извлекают, грунт из стакана удаляют и цикл повторяется. При каждом последующем цикле штанга наращивается. С помощью этого способа можно прокладывать скважины диаметром 200...500 мм, длиной до 25 м.

Рис. 8.11 - Прокладка горизонтальных скважин виброввакуумным способом:
1 – лебедка; 2 – грунтоулавливатель;
3 – вакуум-насос; 4 – труба;
5 – вибратор; 6 – штанга



Гидромеханический способ прокладки трубопроводов основан на использовании разрушающего действия струи воды. Первое звено проталкиваемой трубы снабжается конической насадкой с отверстием. В насадку под давлением подается вода. Выходя из насадки с большой скоростью, она разрушает грунт и выносит его в пульпосборный приямок. Из приямка пульпа удаляется насосом. Проталкивание трубы ведется лебедкой. Гидромеханическим способом прокладываются трубы диаметром до 600 мм на расстояние до 50 м. Наибольшая скорость прокладки труб достигается в несвязных грунтах (рис. 8.12).

Рис. 8.12 - Прокладка трубопровода гидромеханическим способом:
1 – лебедка; 2 – грунтонасос;
3 – насадка; 4 – пультосборник;
5 – прокладываемая труба



Для упора домкратов служит стенка, состоящая из двух рядов брусьев. После возвратного движения штока домкрата между нажимным фланцем и торцом трубы устанавливают нажимной патрубок, равный длине штока домкрата, и повторяют цикл продавливания. Для следующего цикла применяют патрубки двойной длины. Далее к трубе приваривают очередное звено. Грунт удаляют вручную шнеками, размывают водой. Трубы используют часто как футляры для размещения в них основных трубопроводов. Скорость проходки не превышает 3 м в смену.

Способ продавливания применяют для прокладки стальных труб диаметром 500...1800 мм и длиной до 80 м. Установка состоит из рамы с одним или несколькими домкратами, которые передают усилие на торец трубы через надеваемый на него нажимной фланец. Другой конец трубы снабжён ножевым кольцом большего диаметра для уменьшения сопротивления грунта - рис. 8.13



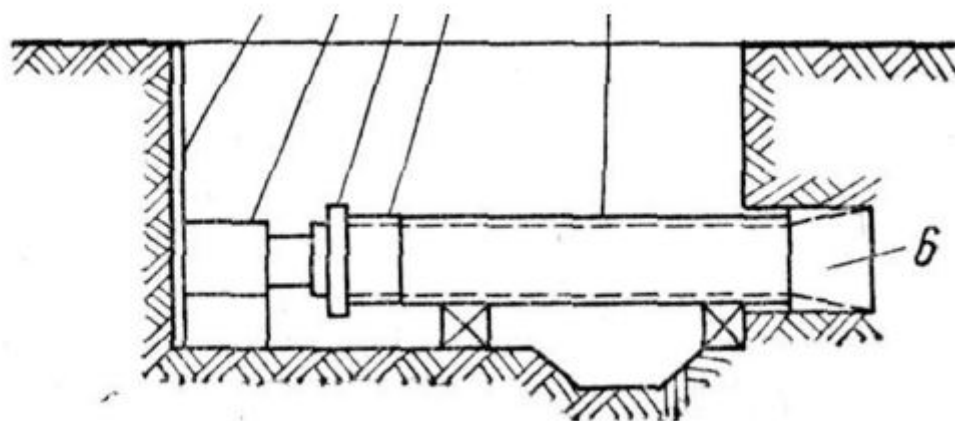


Рис. 8.13 - Способ продавливания

Для упора домкратов служит стенка, состоящая из двух рядов брусьев. После возвратного движения штока домкрата между нажимным фланцем и торцом трубы устанавливают нажимной патрубок, равный длине штока домкрата, и повторяют цикл продавливания. Для следующего цикла применяют патрубки двойной длины. Далее к трубе приваривают очередное звено. Грунт удаляют вручную шнеками, размывают водой. Трубы используют часто как футляры для размещения в них основных трубопроводов. Скорость проходки не превышает 3 м в смену.

Горизонтальное бурение применяют для прокладки в глинистых грунтах трубопроводов диаметром 800...1000 мм на длину 80...100 м. Конец трубы снабжают режущей коронкой увеличенного диаметра, труба приводится во вращение от двигателя, установленного на поверхности земли у бровки котлована. Поступательное движение трубы обеспечивается реечным домкратом с упором в заднюю стенку котлована, усиленную двумя рядами брусьев. Удаление грунта из трубы аналогично как при способе продавливания. Производительность проходки 4...5 м/ч (рис.8.14).

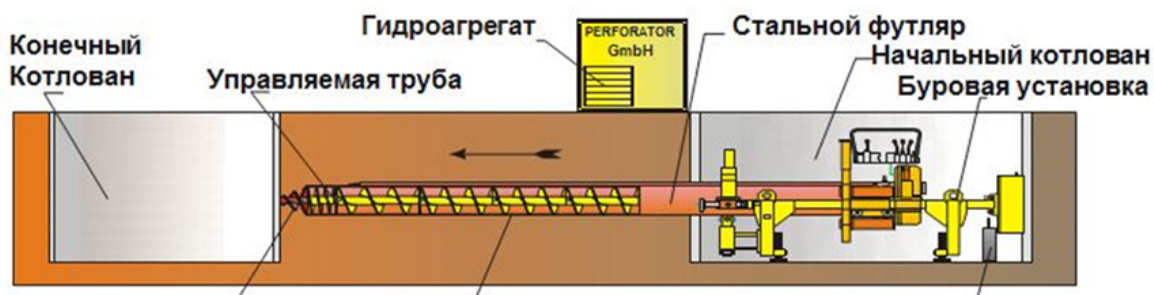


Рис.8.14 - Горизонтальное бурение

Щитовая проходка применяется для устройства выработок диаметром 1,5 м и более на длину до 150 м (рис. 8.15). Проходческий щит состоит из трех основных отсеков: рабочего (режущая часть с козырьком), опорного (домкратного) и хвостового. В рабочем отсеке ведется разработка грунта. Козырек применяется при проходке выработок в слабом грунте и предотвращает его обрушение. В опорной части щита размещены домкраты, которые опираются на обделку выработки и вдавливают щит в грунт. В хвостовой части ведется обделка проходки блоками.

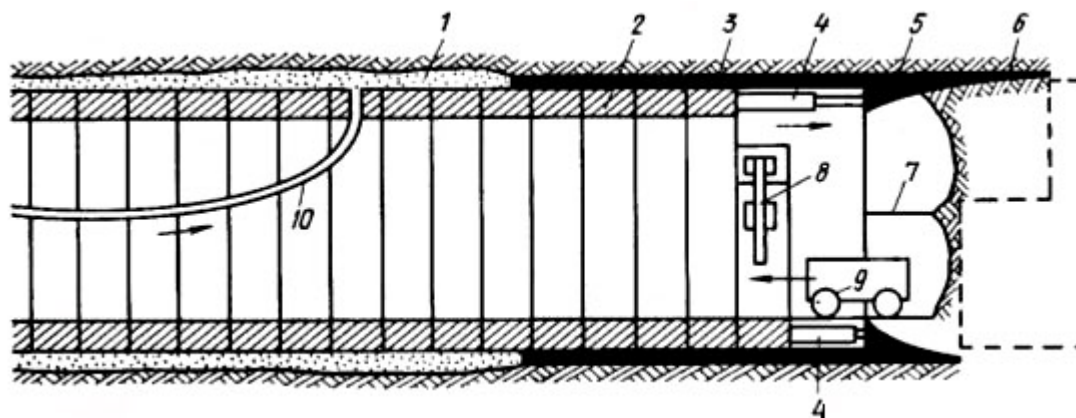


Рис. 8.15 - Схема проходки туннеля с помощью щита:

- 1 – полость, заполняемая бетонной смесью; 2 – обделка туннеля из тюбингов;
- 3 – обойма щита; 4 – домкраты; 5 – режущий край; 6 – защитный козырек;
- 7 – рабочая платформа; 8 – эжектор; 9 – вагонетка; 10 – рукав растворонасоса

Микрощиты используют для проходки в грунте скважин диаметром до 300 мм. Отличительной особенностью микрощитов является возможность выполнять скважины практически во всех грунтах и необходимой длины. Микрощиты снабжены компьютерной лазерной системой наведения, которая обеспечивает достижение высокой точности проходки скважины. Микрощит комплектуется находящимся на поверхности оборудованием для приготовления и подачи бентонитового раствора в забой и удаления шлама из скважины.

Установки наклонного (горизонтального) направленного бурения нашли применение при проходке скважин диаметром 50...1420 мм на длину до 0,5 км (рис. 8.16). Отличительной особенностью этих установок является то, что они позволяют изготавливать скважины по криволинейной трассе, обходя препятствия, и одновременно затягивать в них любые виды коммуникаций, в том числе и по дну (под дном) водных преград. Сущность данной технологии состоит в следующем.



Рис. 8.16 - Установки наклонного (горизонтального) направленного бурения

На первом этапе работ на запланированной трассе при помощи компьютерной системы контроля пробуривается пилотная скважина буровой головкой или резцом диаметром 60...150 мм, смонтированной на приводной полой штанге. При выходе буровой головки на поверхность в заданной точке ее снимают и к приводной штанге присоединяют расширитель диаметром от 200 до 1420 мм (в зависимости от диаметра затягиваемой в скважину коммуникации), к которому с помощью вертлюга (серьги) присоединяют трубопровод или кабель. Затем при вытягивании с вращением штанги производят расширение пилотной скважины и одновременное затягивание в расширенную скважину коммуникации. В процессе бурения пилотной скважины по полым приводным штангам к буровой головке подается под высоким давлением (до 800 атмосфер) бентонитовый раствор. Аналогично, при возвратном движении к расширителю также подается такой же раствор, который предотвращает обрушение стенок скважины и облегчает затягивание в скважину прокладываемой коммуникации.

Высокочастотные компьютерные системы контроля передают на дисплей оператора необходимую информацию о траектории движения буровой головки и о месте ее нахождения в данный момент. Если движение начинает отклоняться от проектной траектории, то оператор приостанавливает вращение приводной штанги, осуществляет их задавливание без вращения, чем добивается возвращения буровой колонки к нужному направлению.

Для бестраншейной проходки используют **раскатчик грунта** – одну из лучших установок направленного горизонтального бурения. В отличие от бурового инструмента, который выбирает и извлекает грунт из скважины, раскатчик ввинчивается в породу, уплотняет и раздвигает его в радиальном

направлении. Стенки скважины уплотняются настолько, что их нет необходимости укреплять бентонитовым раствором, после прохождения раскатчика грунт вокруг коммуникаций не проседает, в том числе и в период эксплуатации проложенной трубы, что значительно повышает срок ее службы. Важное отличие раскатчика от бурового инструмента в значительно меньшем задавливающем усилии для его перемещения в грунте за счет того, что раскатчик является самозавинчивающимся механизмом (рис. 8.17). Поэтому для раскатчика требуется насосная станция значительно меньшей мощности. Кроме этого при монтаже привода раскатчика для восприятия осевых задавливающих усилий требуются менее мощные анкерные устройства по сравнению с буровым инструментом. Освоено производство раскатчиков скважин диаметром 80, 140, 200, 260 и 370 мм.



Рис. 8.17 - Установка наклонного направленного бурения

Раскатчики могут быть использованы для устройства набивных свай, анкеров, стены в грунте, для зондирования и глубинного уплотнения грунтов. С помощью раскатчика можно ремонтировать и трубопроводы: раскатчик ввинчивается в старую трубу, разрушает ее и одновременно затягивает внутрь новую трубу.

7.4. Технология устройства вытрамбованных котлованов и траншей

По этой технологии устройство фундаментов заключается в том, что котлованы под фундаменты не разрабатываются, а вытрамбовываются на необходимую глубину трамбовкой с последующим бетонированием

образованного котлована или с установкой в него сборных железобетонных элементов. При вытрамбовывании котлована вокруг него образуется зона уплотненного грунта, в пределах которой повышается прочность грунта и снижается сжимаемость. Метод применяют при просадочных грунтах, грунтах с малой плотностью и прочностными характеристиками. К таким грунтам относят глинистые и песчаные, в том числе водонасыщенные.

Вытрамбовывание осуществляют посредством передачи на грунт ударной нагрузки путем сбрасывания с высоты 3...8 м трамбовки массой 2...10 т в одно и то же место до образования котлована необходимой глубины (рис. 7.17). В результате вытрамбовывания в зоне котлована и вокруг него образуется уплотненная зона грунта, в пределах которой ликвидируются просадочные свойства грунта, повышаются его плотность и прочностные характеристики.

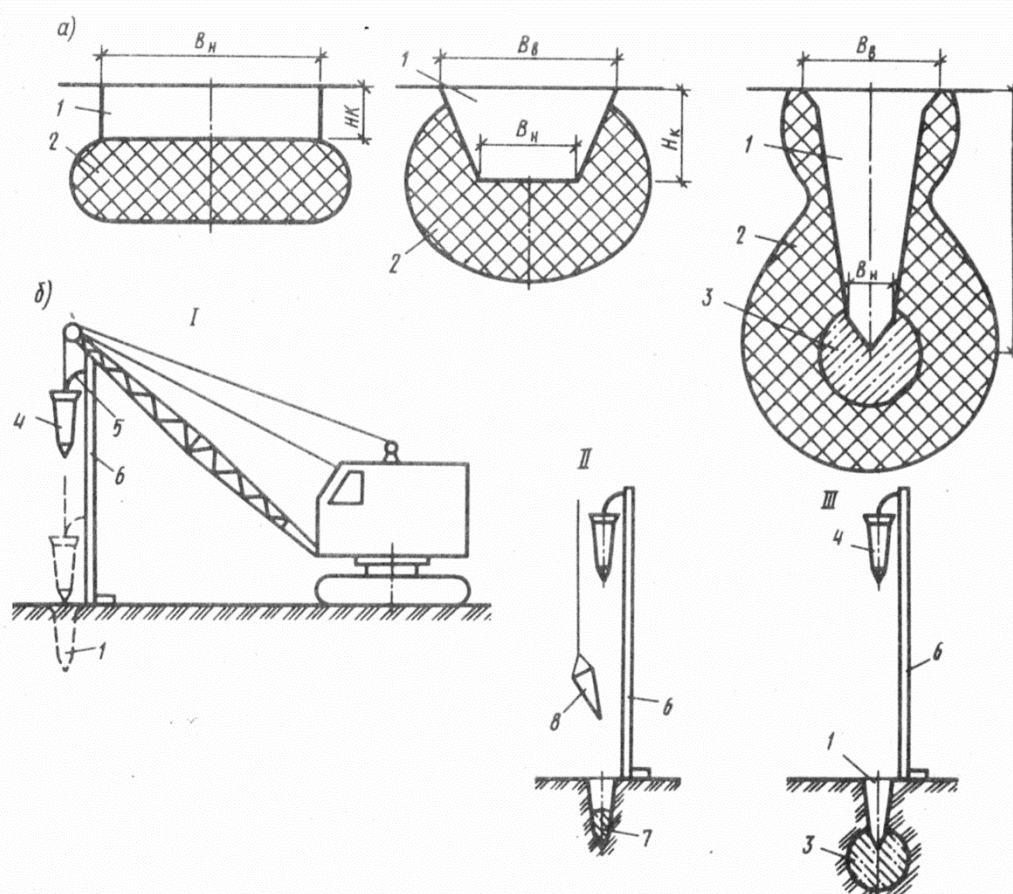


Рис. 8.18 - Вытрамбовывание грунта: а) виды пространственной формы котлованов при применении прямоугольного, призматического и конусного штампа; б) технологическая последовательность (I, II, III) устройства котлована с уширенным основанием; 1 – котлован; 2 – уплотненная зона; 3 – уширенное основание; 4 – трамбовка; 5 – каретка; 6 – направляющая штанга; 7 – малоуплотняемый материал; 8 – клин-молот

Трамбование грунта в пределах заданной зоны приводит к образованию котлована необходимой глубины, на уплотнённый грунт становится

возможным передача значительных вертикальных и горизонтальных нагрузок. Несущую способность уплотняемого грунта можно повысить путем втрамбовывания в него на заключительной стадии работ жесткого материала: щебня, песчано-гравийной смеси, крупного песка и т. д.

В зависимости от формы трамбовки (штампа) получают выемки различной конфигурации.

В плане трамбовки могут иметь форму квадрата, прямоугольника, шестиугольника или круга шириной понизу 0,4...4 м, а поверху 0,7...2,0 м. Высота трамбовки составляет 1...3,5 м с конусностью боковых стенок от 1:20 до 1:5. Масса трамбовки находится в пределах 2...10 т.

На **эффективность вытрамбовывания** влияет ряд факторов, к которым относят параметры трамбования (масса трамбовки m , высота сбрасывания H , энергию удара $\mathcal{E} = mH$) и грунтовые условия (вид, плотность и влажность грунта) При повышении массы трамбовки и неизменных ее геометрических параметрах эффективность вытрамбовывания возрастает.

Для вытрамбовывания используют краны-экскаваторы, автокраны, тракторы с навесным оборудованием, включающим направляющую штангу, сборную каретку и трамбовку, а при устройстве котлованов с уширением – дополнительно бункер для подачи жесткого материала.

При определенных условиях метод вытрамбовывания по сравнению с традиционными позволяет в 3...5 раз сократить объем работ, снизить затраты в 1,5...3 раза и трудоемкость в 1,8...2,5 раза. Применение этого метода наиболее эффективно в просадочных грунтах.

Рекомендации для студентов:

Степень усвоения темы можно проверить, ответив на вопросы контрольного тестирования - раздел 3 «Контроль знаний»

ГИДРОМЕХАНИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА ГРУНТОВ, ПРОИЗВОДСТВО ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Рассматриваемые вопросы:

- 9.1. Гидромеханическая разработка грунта гидромониторами и землесосными установками.
- 9.2. Намыв насыпей из пульпы.
- 9.3. Методы проведения, материалы и оборудование для взрывных работ.
- 9.4. Способы взрывания с применением накладных и глубинных зарядов.

9.1. Гидромеханическая разработка грунта гидромониторами и землесосными установками

Гидромеханический метод основан на использовании воды для переработки грунта. Применение этого метода целесообразно при больших объемах работ, необходимости устройства насыпей с минимальной осадкой, при наличии достаточных ресурсов воды и электроэнергии.

Технологический процесс гидромеханизации включает разработку грунта в забое и перевод его в полужидкую массу (пульпу), транспортирование и укладку (намыв) пульпы в сооружение или в отвал.

По способу разработки грунтов методами гидромеханизации различают гидромониторный (размыв грунта струей воды) и землесосный (засасывание грунта из-под воды). Первый способ применяют при разработке грунта в надводных забоях, а второй – в подводных забоях.

Гидромониторный способ – размыв сухого забоя мощной струей воды с последующим транспортированием разжиженного грунта (пульпы). Применяется при вскрышных работах (разработка верхних слоев грунта для свободного доступа к полезным ископаемым с последующей разработкой их открытым способом), разработке выемок песка, суглинка, глины и т.д.

Землесосный способ выполняется посредством разработки, всасывания и транспортирования по трубам разжиженного грунта из-под воды. Способ нашел применение при устройстве каналов, намывке дамб, плотин, насыпей, планировке территорий, устройстве морских и речных сооружений.

Гидромеханическая разработка грунта – наиболее удобный и экономичный способ, при нем отпадает необходимость в строительстве автомобильных дорог, железнодорожных путей и в транспортных средствах

для перевозки грунта. Увлажнение, разравнивание и уплотнение грунта, неизбежные при сухом способе производства работ, здесь отпадают, так как эту работу выполняет вода. Стоимость разработки грунта на 30...40 % ниже по сравнению с экскаваторной; выработка также возрастает в 1,5...2 раза. Если взять стоимость всего цикла производства земляных работ, то стоимость при гидромеханизации ниже остальных способов в 10... 18 раз.

Разработка грунта гидромониторами применяется в надводных забоях (рис. 9.1). Основным технологическим средством является гидромонитор, который представляет собой стальной ствол с насадкой (50...175 мм) и шарнирными сочленениями, обеспечивающими вращение ствола в вертикальной и горизонтальной плоскостях для направления водяной струи на фронт забоя. Вода подступает к гидромонитору по трубопроводу под значительным напором (60...80 м), создавая скорость движения струи по выходе из насадки 10...35 м/с. В результате ударного действия струи грунт разрушается и образуется пульпа. В зависимости от рода грунта и высоты забоя расход воды на 1 м³ разрабатываемого грунта составляет 3...15 м³.

Разработка грунта может производиться **встречным забоем**, когда гидромонитор располагается на подошве забоя, и размыв ведут снизу вверх или **попутным забоем** – с расположением гидромонитора над фронтом забоя и размывом грунта сверху вниз.



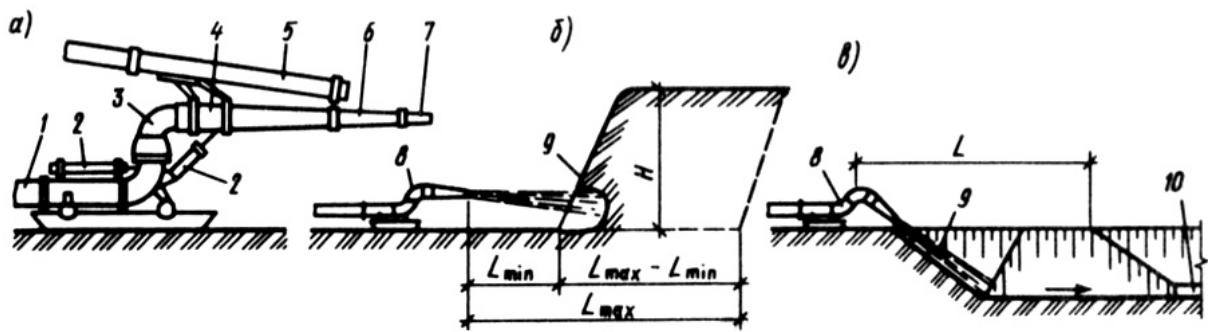


Рис. 9.1 - Гидромониторный способ разработки грунта: а) схема гидромонитора; б) встречный забой; в) попутный забой; 1 – водовод; 2 – гидроцилиндры управления; 3, 4 – шарнирное сочленение ствола с водоводом; 5 – рычаг; 6 – ствол; 7 – насадка ствола; 8 – гидромонитор; 9 – фронт забоя; 10 – канава отвода пульпы

В первом случае обеспечивается высокая производительность гидромонитора за счет периодических обвалов грунта, нависающего над зоной подмыва (вруба). Этот эффект достигается при применении для отбойки грунта воды под высоким напором или взрывчатых веществ (взрывание грунта). Так как гидромонитор может оказаться среди потоков пульпы, ее следует направлять в обход гидромонитора.

При попутных забоях производительность гидромонитора ниже, но перемещается он по сухому грунту, а поток пульпы, приобретая от водяной струи достаточную начальную скорость, обеспечивает интенсивный сток.

При благоприятном рельефе местности, размытой гидромонитором, грунт по трубопроводу или лоткам самотеком направляется к месту образования насыпи. При неблагоприятном рельефе пульпа вначале поступает по канавам в зумпф или приемный колодец, а затем по напорному трубопроводу перекачивается землесосом в насыпь.

Разработка грунта землесосным способом производится в подводных забоях с использованием земснарядов (рис. 9.2).

В процессе разработки грунта производится всасывание грунтовой массы из-под воды с помощью всасывающей трубы землесоса, как с предварительным рыхлением для плотных глинистых грунтов, так и без него для песчаных и илистых грунтов.

Труба землесоса подвешена к специальной стреле, соединенной с мачтой и установленной на барже (земснаряде). При разработке плотных грунтов всасывающую трубу снабжают специальной вращающейся рыхлительной головкой или вибрационным рыхлителем.



Рис. 9.2. Земснаряд (баржа) для землесосный разработки грунта

Земснаряд соединяют с магистральным пульпопроводом, проложенным по берегу. Благодаря плавучему пульпопроводу, смонтированному на специальных поплавках (плашкоутах), осуществляют его передвижение вслед за перемещающимся по забою земснарядом. Разработку грунта начинают с заглубления всасывающей трубы с наконечником (или рыхлителем) на глубину снимаемого за одну проходку слоя грунта. Пульпа засасывается и подается по трубопроводам под давлением 200...800 Па, производительность (масса перемещаемой пульпы по трубопроводу) изменяется в пределах 0,4... 12 тыс. м³/ч (рис. 9.3).



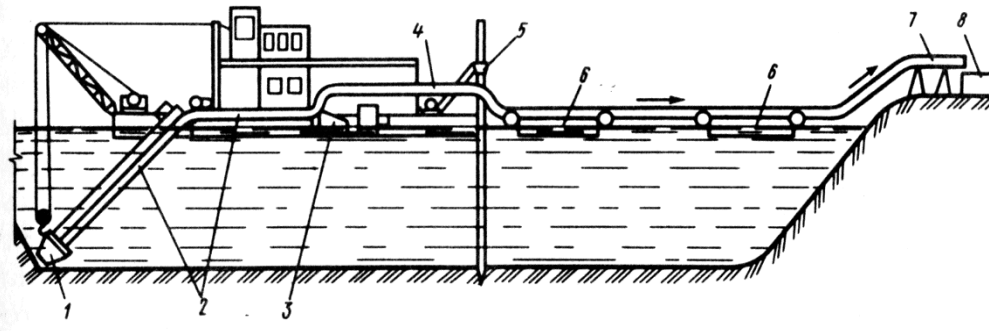


Рис. 9.3 - Землесосный способ разработки грунта:

1 – грунтозаборное устройство; 2 – всасывающий трубопровод; 3 – грунтовой насос; 4 – напорный пульпопровод; 5 – свайный ход; 6 – плавучий пульпопровод; 7 – береговой пульпопровод; 8 – укладка грунта

Рабочим органом землесосного снаряда является засасывающее устройство.

В зависимости от связности грунта к этому устройству перед его зевом прикрепляют в лёгких грунтах раструбы, а в глинистых и суглинистых грунтах – фрезерные разрыхлители. Под действием центробежного насоса в засасывающем устройстве образуется вакуум, под влиянием которого вода с грунтом (пульпа) поступает во всасывающую трубу, затем нагнетается в напорные пульповоды, которые уже перемещают пульпу к месту укладки.

9.2. Намыв насыпей из пульпы

Укладка (намыв) грунта происходит в результате оседания частиц грунта из пульпы, когда скорость движения ее становится ниже критической. Первоначально обваловывают площадь (с помощью бульдозера создают валы грунта заданной высоты по периметру этой территории), на которую будет поступать пульпа, так называемую карту намыва.

Ширину карты намыва назначают равной ширине основания возводимой насыпи, а длина карты принимается в пределах 100...200 м.

Одновременно в работе должно находиться не менее трех карт – захваток: на одной – отстой пульпы, на второй – подача пульпы, на третьей – обваловывание. На этих картах поочередно выполняют намыв грунта, отстой (обезвоживание) и подготовительные работы к намыву следующего слоя. По контуру каждой карты бульдозером возводят земляной вал на высоту намываемого слоя пульпы и наращивают установленный ранее в пределах этой карты дренажный (водосборный) колодец с выпускаемой за пределы

карты трубой. В зависимости от фильтрационных свойств грунта слой пульпы, укладываемый за один приём, может составлять 0,5...2,5 м.

Из существующих способов намыва и транспортирования пульпы чаще других применяются эстакадный и безэстакадный (рис. 9.4).

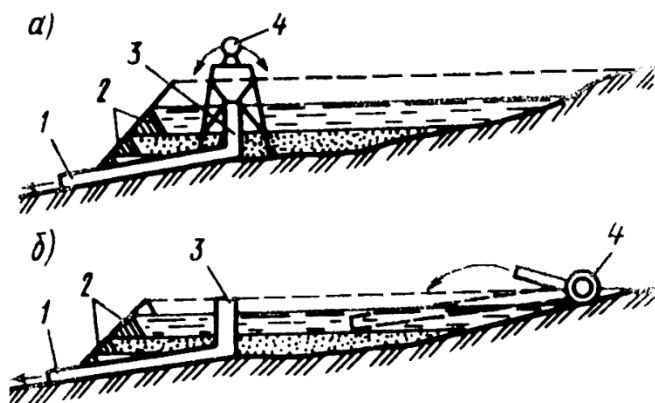


Рис. 9.4 - Намыв грунта: а) эстакадным способом;
б) безэстакадным способом; 1 – водоотводящая труба; 2 – обваловывание грунтом;
3 – водосборный колодец (дренаж); 4 – магистральный пульпопровод

Эстакадный способ намыва грунта состоит в том, что магистральный пульповод располагают по продольной оси насыпи на инвентарных эстакадах, которые превышают по высоте возводимую насыпь. По всей длине пульповода имеет отверстия или патрубки для слива пульпы. Из пульповода пульпа поочередно направляется на карты или участки намыва. Применяют этот способ для намыва широких насыпей.

В связи с трудностью извлечения нижней части опорных рам эстакады они обычно остаются в грунте. Это снижает качество насыпи и приводит к значительному расходу древесины. Кроме того, перестановка эстакады и ее наращивание, демонтаж монтаж пульповода требуют значительных затрат ручного труда. Всё это сужает область применения эстакадного способа.

При **безэстакадном способе** магистральный пульповод укладывают вдоль основания возводимой насыпи (с одной или двух сторон в зависимости от ее размеров и местных условий рельефа). Через каждые 20...30 м на трубопроводе устанавливают специальные выпускные патрубки, через которые пульпа поступает на карту намыва - рис.9.5.

Этот способ более прогрессивен, так как позволяет экономить около 1000 кубометров лесоматериалов, необходимых для устройства эстакад на каждый миллион кубометров намыва грунта.



Рис.9.5 – Поступление пульпы на карту намыва

Земляные валы вокруг насыпей устраивают высотой 1,0...1,5 м для одной очереди намыва, сам же намыв выполняют слоями от 20 до 100 см высотой в зависимости от способности укладываемого грунта к дренированию – рис.9.6. Для ускорения удаления воды с намываемой насыпи устраивают сбросные колодцы, из которых осветленная вода (освободившаяся от намываемого грунта) отводится за пределы насыпи. По мере намыва слоев грунта на карте колодцы наращиваются по высоте.



Рис.9.6 – Обваловывание карты намыва

Возведение насыпей методом намыва обеспечивает значительную плотность грунта, в связи с чем к искусственному уплотнению грунта не прибегают, а придают насыпи небольшой (1,5 % при суглинистых и супесчаных и 0,75 % при песчаных фундаментах) запас высоты на последующую усадку.

9.3. Методы проведения, материалы и оборудование для взрывных работ

Взрывные работы широко применяются в строительстве для разработки выемок, устройства насыпей, рыхления скальных пород и мёрзлых грунтов, ликвидации ледяных заторов, при сносе строений, уборке крупных камней и многих других работах (рис.9.7).



Рис.9.7 – Взрывные работы при сносе строений

К **взрывчатым материалам** относятся взрывчатые вещества и средства взрывания. **Взрывчатые вещества (ВВ)** представляют собой химические соединения (тол, гексоген, нитроглицерин и др.) или механические смеси (аммонит, порох, динамит др.), способные под действием нагревания или удара разлагаться со скоростью в несколько тысяч м/с, образуя при этом большое количество газов. В результате этого возникает ударная волна, которая, распространяясь во все стороны окружающей среды, оказывает разрушающее действие, называемое взрывом. По скорости взрывчатого превращения и зависящего от него характера воздействия на окружающую

среду ВВ делят на две основные группы – метательные и бризантные (дробящие).

Метательные ВВ характеризуются незначительной скоростью взрывчатого разложения (400...2000 м/с) и дают при взрыве медленное образование газов с постоянным нарастанием давления, которое раскалывает окружающую породу на куски и отбрасывает их. Для них характерно фугасное (метательное) действие, происходящее на некотором расстоянии от заряда. Применяют для выброса грунта и образования выемок (например, дымный порох – механическая смесь калиевой селитры, серы и древесного угля).

Бризантные ВВ характеризуются высокой скоростью взрывчатого разложения (2000...8500 м/с) и вследствие этого способностью дробить породу без ее разброса. Применяют для дробления скальных пород. К числу бризантных ВВ относятся: динамит, аммониты, тол др. В группу бризантных ВВ входят и **инициирующие ВВ**. К ним относятся: гремучая ртуть, азид свинца и др. Будучи весьма чувствительными к внешним импульсам (искра, удар и т.д.), инициирующие ВВ используются в качестве начального импульса для возбуждения взрыва.

По своему составу различают следующие основные группы ВВ: аммиачно-селитренные, нитроглицериновые, оксиликвиты, азиды и соли гремучей кислоты. Наиболее часто в строительстве используются первые три группы ВВ. По агрегатному состоянию различают порошкообразные, крупнодисперсные, прессованные, литые и пластические ВВ. Классифицируются ВВ также по таким свойствам, как водостойчивость, слеживаемость и гигроскопичность.

К средствам взрывания и воспламенения относят капсюль-детонатор, электродетонатор, детонирующий шнур, огнепроводный шнур, зажигательную свечу, зажигательный патрон.

Капсюль-детонатор предназначен для возбуждения детонации при производстве взрывных работ способом огневого взрывания. Капсюли-детонаторы выпускают в виде металлической или бумажной гильзы в которую запрессован заряд инициирующего и бризантового ВВ. Детонатор взрывается при поступлении искры через огнепроводный шнур. Капсюль-детонатор требует весьма осторожного обращения, так как способен взрываться от удара, трения или искры.

Электродетонатор состоит из капсюля-детонатора и электровоспламенителя, вмонтированного в гильзу капсюля-детонатора и закрепленного пластикатной пробкой. **Электровоспламенитель** представляет собой два провода с припаянным к ним мостиком накаливания из тонкой нихромовой проволоки и нанесенным на него воспламенительным составом. Различают электродетонаторы мгновенного действия, в которых процесс воспламенения и горения воспламенительного состава происходит за

миллисекунды, и замедленного действия со временем замедления 0,5; 0,75; 1,5; 2; 4; 6; 8; 10 и 15 с. Имеются также электродетонаторы короткозамедленного действия с интервалом замедления в десятки миллисекунд (рис.9.8).



Рис.9.8 – Подготовка к проведению взрывных работ

Детонирующий шнур (ДШ) служит для непосредственного взрывания зарядов некоторых ВВ, для детонации заряда от капсуля-детонатора или электродетонатора и состоит из сердцевины, которая представляет собой высокобризантное взрывчатое вещество тэн (продукт нитрации четырехатомного спирта и пентаэретрита) и заключена в три спиральные нитяные оплетки. Средняя и наружная оплетки покрыты изолирующим составом и лаком, предохраняющими сердцевину от увлажнения и механических повреждений.

Огнепроводный шнур (ОШ) применяют для передачи пучка искр капсулю-детонатору за определенный промежуток времени путем зажигания его зажигательной спичкой (зажигательный состав в бумажной гильзе). Огнепроводный шнур имеет наружную оплетку из хлопчатобумажных нитей и слабо спрессованную сердцевину из зерен дымного шнурового пороха, сквозь которую проходит направляющая нить. Скорость горения огнепроводного шнура равна 1 см/с. Для работы в сухих и влажных забоях применяют асфальтированный шнур (джутовая или пеньковая пряжа со смоляной изоляцией); в мокрых забоях и под водой – двойной асфальтированный, гуттаперчевый или полихлорвиниловый шнуры.

Огнепроводный шнур необходимо хранить в сухом помещении и не держать на солнце.

Зажигательный патрон представляет собой бумажную гильзу с помещенной в ней пороховой лепешкой и служит для группового зажигания огнепроводных шнуров.

Зажигательная свеча изготавливается в виде бумажной гильзы с зажигательным составом и предназначена для зажигания ОШ.

Для осуществления взрыва ВВ формируют в заряды.

9.4. Способы взрывания с применением накладных и глубинных зарядов

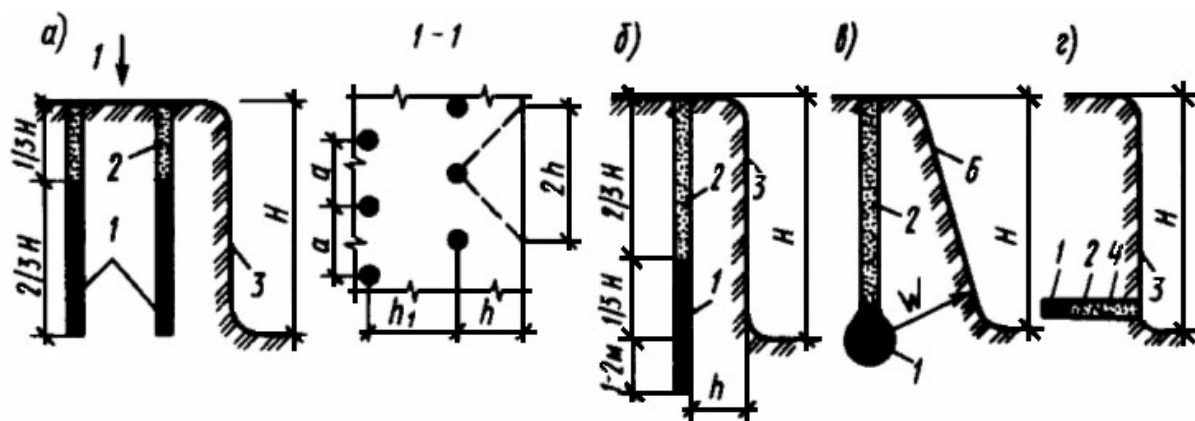
Для взрывания зарядов ВВ применяют следующие способы: огневой, электрический и при помощи ДШ. По времени взрывания отдельных зарядов различают мгновенное, короткозамедленное и замедленное взрывание.

Огневой способ применяется для взрывания одиночных зарядов или одновременного взрывания группы зарядов. При огневом способе взрывания из капсуля-детонатора и ОШ изготавливается зажигательная трубка, которая в соединении с патроном ВВ образует патрон-боевик. Последний вводится в заряд ВВ и взрывает его при воспламенении зажигательной трубки.

Электрический способ применяется, когда необходимо взорвать большую серию зарядов на значительном расстоянии одновременно или с необходимым замедлением. Для этого используют различные соединения электрических сетей и замедлители взрывания.

Взрывание при помощи детонирующего шнура производят без введения капсуля-детонатора в заряд ВВ.

По месту расположения различают заряды наружные (накладные) – располагаемые на поверхности разрушаемых объектов и внутренние – в специальных выработках (шпурах, скважинах, рукавах и камерах), называемых зарядными камерами (рис. 9.9).



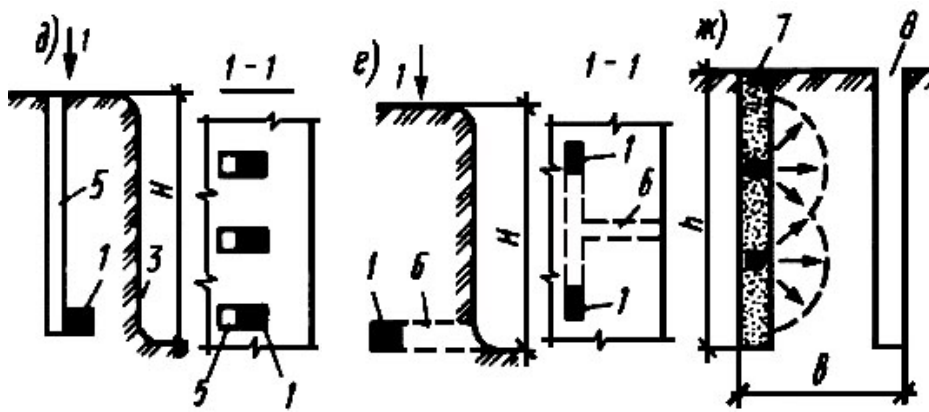


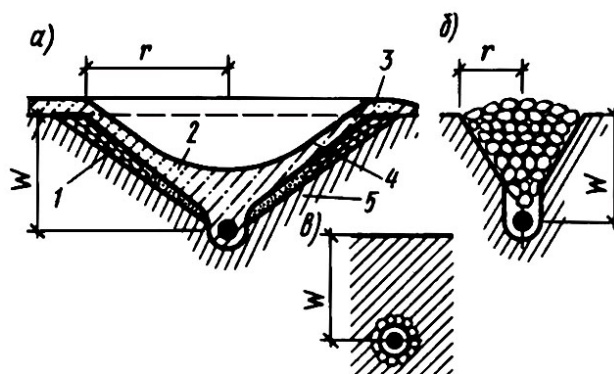
Рис. 9.9 - Методы ведения взрывных работ (размеры в м): а) шпуровыми зарядами; б) скважинными зарядами; в) котловыми зарядами; г) малокамерными зарядами; д), е) камерными зарядами; ж) щелевыми зарядами; 1 – заряд ВВ; 2 – забойка; 3 – грудь забоя; 4 – рукав; 5 – шурф; 6 – штольня; 7 – рабочая щель; 8 – компенсационная щель

По форме заряды делятся на сосредоточенные, удлиненные и фигурные. **Сосредоточенный** заряд может иметь форму куба, шара или цилиндра, высота которых не превышает пяти диаметров. **Удлиненный** заряд имеет форму цилиндра, высота которого больше пяти диаметров основания, или параллелепипеда с высотой, в пять раз превосходящей малую сторону основания. Применяется он, главным образом, в шпурах, скважинах и рукавах. **Фигурный** заряд может быть разнообразной, иногда довольно сложной формы, которая зависит от характера необходимого разрушения и условий рационального размещения заряда на данной площади.

Для повышения эффективности действия ВВ применяют кумулятивные заряды, отличающиеся от обычного наличием цилиндрической или конической внутренней полости, с одной стороны прикрытой крышкой из инертного материала. Стенки полости покрывают металлической оболочкой. При взрывании заряда полость быстро сжимается, в ее узком отверстии создается очень высокое давление газов, и под влиянием ударной волны с весьма высокой скоростью выбрасывается металлическая струя большой пробивной силы. Такими зарядами взрывают металлические и железобетонные конструкции.

По действию, оказываемому на окружающую среду (на взрываемую породу), различают заряды выброса (в практике называемые горнами), рыхления и камуфлеты (для образования пустот) (рис. 9.10).

Рис. 9.10 - Действие заряда на взрываемую породу: а) выброс; б) выпирающий горн; в) камуфлетный горн; 1 – разрыхленная порода; 2 – раздробленная порода, падающая обратно в воронку; 3 – отвалы породы после взрыва; 4 – очертания видимой воронки; 5 – очертания воронки в момент взрыва



Количество взрывчатого вещества в заряде определяется расчетом в зависимости от назначения взрыва. При взрыве на выброс в грунте образуется конусообразное углубление, называемое воронкой. Грунт, выброшенный взрывом, под действием силы тяжести падает частично в воронку и частично вокруг нее.

Воронки взрыва имеют радиус разрушения r и линию наименьшего сопротивления W , равную кратчайшему расстоянию от центра воронки до ближайшей свободной поверхности.

Действие взрыва принято характеризовать величиной отношения, называемого показателем действия взрыва

$$n = r / W$$

Показатель n характеризует также и заряды. При $n = 1$ заряд нормального выброса и воронка нормального выброса, при $n > 1$ заряд и воронки усиленного выброса и при $n < 1$ – уменьшенного выброса.

При $n \approx 0,75$ не происходит выброса грунта, а имеется только рыхление в объеме воронки и выпучивание на поверхности. Выбор вида и величины заряда зависит от целей взрывания. Масса заряда определяется по эмпирическим формулам, которые в большинстве случаев являются функциями величин удельного расхода ВВ, объема взрываемого грунта или параметров воронки (горна). Расчетный расход ВВ проверяют до производства основных взрывов на месте работ пробным взрыванием.

Методы ведения взрывных работ. Метод шпуровых зарядов применяют на открытых и подземных разработках. Сущность его состоит в том, что удлиненные заряды располагают и взрывают в шпурах. Заряд ВВ в шпуре должен занимать не больше $2/3$ его длины, верхнюю треть шпура заполняют забивкой. Шпуры забивают сначала пластичной песчано-глинистой смесью, а затем песком или буровой мукой. Влажные шпуры, заряженные негигроскопическими ВВ, вместо забивки можно заливать водой.

При зарядении шпура применяют рассыпные и патронированные ВВ, которые осторожно вводят в шпур и слегка уплотняют забойником. Патрон-боевик вводят последним.

На открытых работах шпуровой метод используют при небольшой мощности пластов или при послойной разработке грунтов. Взрывают каждый ряд шпуров одновременно, сначала – ближайший к забою ряд, затем – последующие, используя электрический способ взрывания или ДШ. При наличии электродетонаторов замедленного действия заданная последовательность взрывания рядов обеспечивается различным замедлением в рядах.

По глубине шпуров различают мелкошпуровой метод и метод глубоких шпуров. **Мелкошпуровое взрывание** используют при вторичном взрывании больших камней, корчевке пней, рыхлении смерзшегося грунта и др. Глубина шпура при этом превышает 2 м. **Метод глубоких шпуров** применяют при взрывных работах с высотой уступа до 10 м для сброса и обрушения грунта, а также на открытых работах при небольшой мощности пластов или при послойной разработке грунтов.

Одиночные шпуровые заряды применяют для дробления отдельных камней или корчевания пней. Групповые заряды используют для дробления и рыхления скальных и мерзлых грунтов. Шпуровые заряды применяются также для разрушения предназначенных к сносу зданий и сооружений. При взрывании кирпичных стен горизонтальные шпуры располагаются в шахматном порядке в два ряда, а в углах стен – по биссектрисе на глубину $2/3$ толщины стены.

Метод скважинных зарядов отличается от шпурового только тем, что заряды размещают в скважинах диаметром 75...300 мм и глубиной до 30 м. Скважины бурят ниже подошвы забоя (перебур) на глубину 1...2 м, что повышает эффект действия взрыва. Заряжают скважины удлинёнными или сосредоточенными зарядами по всей высоте, за исключением самой верхней части, в которой размещается забивка. Забивочный материал для скважин должен быть сыпучим и мелким.

Расстояние скважин от забоя h зависит от высоты забоя H и назначается в пределах от $0,5 H$ (при $H = 10$ м) до $0,25 H$ (при $H = 25$ м).

Расположение скважинных зарядов может быть одиночное и групповое в один или несколько рядов в шахматном порядке.

Взрывание одиночных шпуровых и скважинных зарядов производят огневым способом, групповых – электрическим (рис.9.11, 9.12).

При электрическом способе сеть необходимо дублировать. Взрывать можно мгновенно и с замедлением. При короткозамедленном взрывании достигается лучшее дробление породы, снижается удельный расход ВВ и уменьшается интенсивность сейсмического действия взрыва.



Рис.9.11 – Подготовка к проведению взрывных работ



Рис.9.12 – Проведение взрывных работ

Метод котловых зарядов применяют в тех случаях, когда заряд ВВ не вмещается в обычном шпуре (скважине). При этом устраивают камеру (котел) на дне шпура, подрывая несколько опущенных небольших зарядов. После первого прострела обычного шпура на дне образуется небольшой котел; затем производят второй прострел, третий и так далее, пока не будет получен требуемый объем котла.

Метод котловых зарядов значительно производительнее шпурового, так

как обеспечивает большой объем взрываемой породы и уменьшение дорогостоящих буровых работ.

Метод камерных зарядов применяют при массовых взрывах на выброс или обрушение для разработки котлованов или каналов значительных размеров. Он заключается в том, что в разрабатываемой породе делают вертикальные колодцы (шурфы) или горизонтальные галереи (штольни), из которых в боковых направлениях устраивают большие зарядные камеры для размещения крупных сосредоточенных зарядов. Колодцы и штольни крепят рамами и досками.

Взрывчатое вещество размещают в камере россыпью или в заводской упаковке. Во избежание слеживаемости порошкообразных зарядов ВВ в минных камерах устраивают отсеки из деревянных ящиков. В целях обеспечения полного и безотказного взрывания больших зарядов на каждую точку ВВ закладывают отдельный промежуточный детонатор, состоящий из двух-трех больших шашек тротила или связки из нескольких капсулей-детонаторов, помещенных в сухой аммонит. Колодцы и штольни забивают грунтом; в процессе забивки периодически проверяют исправность электровзрывной сети.

Метод малокамерных зарядов (зарядов в рукавах) применяют при высоте забоя менее 6 м, преимущественно в не скальных грунтах. Длина рукава должна составлять $2/3$ высоты забоя, но не более 6 м, а расстояние между рукавами, в зависимости от размеров кусков породы – $0,8...1,5 h$. Заряд ВВ закладывают в рукав на поддоне. Забивку рукавов нужно выполнять тщательно.

Метод наружных (накладных) зарядов заключается в расположении зарядов ВВ в небольших углублениях либо на поверхности взрываемого объекта (рис.9.13). Заряд ВВ прикрывается забоечным материалом, а где это невозможно, привязывается к объекту.



Рис.9.13 – Проведение взрывных работ

При этом методе не нужно бурить шпуров, но использование ВВ весьма неэффективно и расход его в 8...10 раз больше, чем при взрывании другими способами.

Метод накладных зарядов в основном применяется для дробления негабаритных кусков взорванной породы и валунов, разрушения конструкций, при валке деревьев и корчевке пней, при дноуглубительных работах.

При необходимости устройства нешироких траншей в зимних условиях может быть применен метод **рыхления мерзлого грунта щелевыми зарядами ВВ**. При этом методе при помощи баровой машины на базе трактора или роторного экскаватора с баровой установкой с двух сторон траншеи в мерзлом грунте прорезаются щели – рабочая и компенсирующая.

Первая щель предназначена для закладки одного, двух или трех удлиненных зарядов ВВ. Согласно опытным данным, при глубине щели до 2 м достаточно двух удлиненных зарядов ВВ, расположенных друг над другом в забое щели на расстоянии по высоте до 6...8 диаметров заряда. При этом нижний удлиненный заряд укладывают по всей длине щели, а верхние – с промежутками.

При взрыве нижний ряд зарядов как бы подрезает основание призмы грунта, а верхние дробят его. Грунт силой взрыва смещается в сторону компенсирующей щели. Разрыхленный мерзлый грунт затем выбирается экскаватором, оборудованным прямой лопатой.

Рыхление мерзлых грунтов щелевыми зарядами ВВ способствует получению при взрыве проектного контура траншеи без необходимости зачистки основания и стенок. При щелевом методе рыхления мерзлых грунтов по сравнению со шпуровым производительность труда возрастает в 4...5 раз.

Щелевые заряды ВВ могут применяться при рыхлении грунтов на больших площадях. В данном случае, используя щели в качестве дополнительных плоскостей скольжения, можно увеличить эффект рыхления грунта и снизить расход ВВ (рис. 9.14).

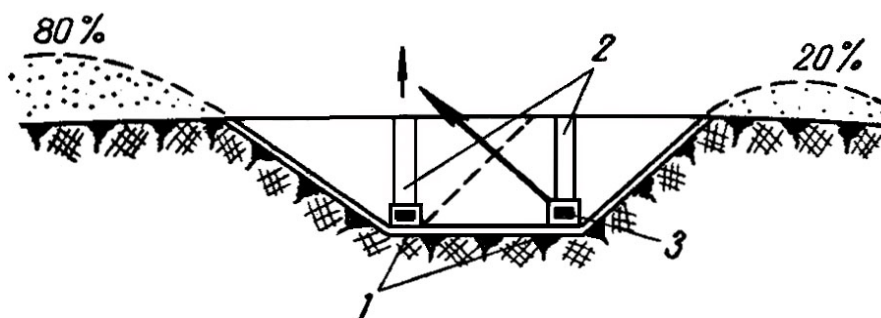


Рис. 9.14 - Однонаправленный выброс:
1 – заряды, 2 – колодцы, 3 – минные камеры

Охрана труда при производстве взрывных работ. При производстве взрывных работ необходимо строго соблюдать утвержденные Госгортехнадзором «Единые правила безопасности при взрывных работах», а также другие действующие нормативные документы.

Взрывные работы могут производиться только при наличии разрешения инспекции Госгортехнадзора. К работе допускаются лица, сдавшие экзамен квалификационной комиссии.

Непременным условием ведения взрывных работ является определение границ зоны безопасности, за пределами которой исключено поражение людей, механизмов и сооружений в результате сейсмических воздействий, действия ударной воздушной волны, разлета кусков разрушаемого взрывом материала.

Радиусы опасной зоны устанавливаются специальными расчетами. Так, размер минимального радиуса безопасной зоны R может быть определен по формуле

$$R = 5\sqrt{m}$$

где m – масса взрываемого наружного заряда ВВ, кг.

При наличии укрытий значение R может быть уменьшено в 1,5 раза.

Установленная опасная зона оцепляется. Перед взрывом взрывники и инженерно-технический персонал удаляются за пределы опасной зоны в искусственные или естественные укрытия. В укрытии размещаются также рубильники электросети, временная электростанция или взрывная машинка.

О предстоящем взрыве предупреждают сигнализацией, звуковой или цветовой при помощи флажков. В ночное время сигналы подаются красным фонарем. По первому сигналу (предупредительному) оцепляется опасная зона, заряжаются ВВ камеры и удаляется весь персонал, кроме подрывников. По второму сигналу производятся подготовительные операции, связанные со взрывом (подготовка к зажиганию шнуров или измерение сопротивления электросетей и присоединение проволоки к зажимам рубильника). По третьему сигналу зажигается шнур или включается ток. Перед взрывом дежурный подрывник взрывает специальную контрольную трубку. Этот взрыв является сигналом, по которому все остальные подрывники уходят в укрытие. Отбой производится по четвертому сигналу. Этот сигнал разрешает взрывникам подходить к местам взрывов, а также снимать сигнальные флажки или фонари.

При подрывании грунтов и скальных пород предпринимают следующее:

– магистральные провода подводят к группам зарядов с необходимой слабиной во избежание выдергивания электродетонаторов при подсоединении участковых проводов;

– шпуры и скважины, прежде чем вводить в них заряды ВВ, тщательно прочищают; в расчетах учитывают, что при сильном ветре дальность разлета крупных кусков грунта в направлении ветра увеличивается на 20...50 %; при наличии камней в грунте или комьев мерзлого грунта дальность разлета некоторых кусков может увеличиться в полтора раза.

При прекращении работ неизрасходованные ВВ и средства взрывания сдают на расходный склад; средства, не пригодные для дальнейшего использования, уничтожают.

Важным условием безопасности является правильное хранение взрывчатых материалов (ВМ). Склады ВМ размещаются вне опасной зоны и вдали от строений. Расстояние от ограждения до склада не должно составлять более 40 м. Вокруг ограды устраивается запретная зона шириной не менее 50 м.

Хранение ВМ должно быть рассредоточено. При этом в одном хранилище запрещается хранить более 3 т ВВ.

Перевозка ВВ и особенно нитроглицериновых сопряжена с опасностью взрыва. Поэтому необходимо строго соблюдать требования правил безопасности при взрывных работах.

Рекомендации для студентов:

Степень усвоения темы можно проверить, ответив на вопросы контрольного тестирования - раздел 3 «Контроль знаний»

ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Рассматриваемые вопросы:

- 10.1. Основные свойства мёрзлых грунтов, способы предохранения грунтов от промерзания.
- 10.2. Способы оттаивания мёрзлых грунтов.
- 10.3. Разработка мёрзлых грунтов без предварительного рыхления, способы рыхления мерзлых грунтов.
- 10.4. Охрана труда при производстве земляных работ.

10.1 Основные свойства мёрзлых грунтов, способы предохранения грунтов от промерзания

Современное строительство ведётся круглый год, в связи с чем примерно 15...20 % общего объема земляных работ приходится выполнять при мерзлом состоянии грунта. Разработка грунта в зимних условиях связана с определенными трудностями, так как при отрицательной температуре его верхний слой замерзает и существенно изменяет свои свойства.

Процесс замерзания грунта заключается по существу в замерзании содержащейся в нём воды. Поэтому изменение свойств грунта при замерзании зависит в основном от количества содержащейся в нём воды и от характера заполнения пор.

Механическая прочность грунта при замерзании возрастает и зависит от его гранулометрического состава, влажности и температуры. Она характеризуется временным сопротивлением мерзлого грунта сжатию и растяжению (разрыву). Наибольшей прочностью на сжатие при замерзании обладают влажные песчаные грунты (до 20 МПа). Прочность мерзлого грунта на сжатие в 3...5 раз выше его прочности на растяжение. Поэтому мерзлый грунт легче разрушать скалыванием, чем резанием. Механическая прочность грунта определяет собой его сопротивление резанию и скалыванию.

Пучение мерзлого грунта является следствием расширения замерзшей воды в его порах. Пучению подвергаются все водонасыщенные грунты. Наибольшее пучение (до 10 %) наблюдается у глин, суглинков и пылеватых грунтов. Основания из таких грунтов необходимо предохранять от промерзания, в противном случае, при оттаивании они дадут значительные

осадки.

Пластические деформации мерзлого грунта возникают в результате уменьшения сцепления между отдельными его частицами за счет таяния замерзшей воды. Они возрастают с повышением температуры и достигают максимального значения при 0 °С, когда оттаявший грунт под воздействием собственного веса и других нагрузок доходит до текучести. Поэтому при наступлении оттепелей необходимо принимать меры против оползания откосов выемок и насыпей.

Первоначальное разрыхление мерзлого грунта значительно больше талого и зависит от рода грунта и способа его рыхления. Разрыхленный мерзлый грунт плохо поддается уплотнению, и величина его остаточного разрыхления очень мало отличается от первоначальной. Это необходимо учитывать при выборе средств для транспортирования мерзлого грунта, назначении величины запаса на усадку насыпей и т.д.

Теплопроводность мерзлого грунта больше, а **теплоемкость** меньше, чем талого. Эти свойства являются признаками быстрого промерзания и медленного оттаивания мерзлого грунта.

Электропроводность мерзлого грунта практически очень невелика. Это вызвано тем, что токопроводящая грунтовая вода при замерзании переходит в лед, близкий по своим свойствам к диэлектрику.

Водопроницаемость мерзлого грунта в результате закупорки его пор льдом близка к нулю.

Глубина сезонного промерзания грунта зависит от его гранулометрического состава, влажности, средней температуры и длительности периода охлаждения, наличия снегового покрова и других факторов. Для предварительных расчетов глубина сезонного промерзания принимается по данным метеорологических станций.

Для мерзлых грунтов характерным является значительное увеличение трудоемкости их разработки вследствие повышенной механической прочности. Кроме того, мерзлое состояние грунта усложняет технологию, ограничивает применение некоторых типов землеройных (экскаваторов) и землеройно-транспортных (бульдозеров, скреперов, грейдеров) машин, уменьшает производительность транспортных средств, способствует быстрому износу деталей машин, особенно их рабочих органов. В то же время временные выемки в мерзлом грунте можно разрабатывать без откосов.

В зависимости от конкретных местных условий разработку грунта в зимних условиях осуществляют следующими методами:

- 1) предохранением грунта от промерзания и последующей разработкой

обычными методами. Этот метод основан на искусственном создании на поверхности участка, намеченного к разработке в зимнее время, термоизоляционного покрова. Эту работу, следует производить до наступления устойчивых отрицательных температур, приняв заранее меры к отводу с отепляемого участка поверхностных вод;

2) разработкой грунта в мерзлом состоянии с предварительным рыхлением;

3) непосредственной разработкой мерзлого грунта;

4) оттаиванием грунта и его разработкой в талом состоянии.

Выбор того или иного способа зависит от вида и размеров земляного сооружения, рода грунта и его состояния, сроков производства работ, наличия соответствующих материально-технических ресурсов, местных условий. Окончательное решение о применении того или иного способа принимается на основании технико-экономического анализа. Из ряда намеченных вариантов выбирается наиболее экономичный.

Способы предохранения грунтов от промерзания. Грунты, подлежащие разработке в зимнее время целесообразно предохранять от промерзания. В качестве мер предохранения применяются вспахивание с боронованием, глубокое рыхление, перекрёстное рыхление, снегозадержание, утепление ледозащитной оболочкой и теплоизоляционными материалами, пропитка грунта растворами солей.

Вспахивание с боронованием применяется в средней полосе для утепления грунтов, подлежащих разработке в первой трети зимы. Вспашку участка производят тракторными плугами, рыхлителями или другими средствами на глубину 30...35 см с последующим глубоким боронованием. В обработанном таким образом грунте образуются пазухи и поры, уменьшающие теплопроводность грунта. Теплоизолирующие свойства вспаханного грунта увеличиваются, если он будет покрыт слоем снега толщиной 25...30 см. Для этого производится искусственное снегозадержание. Для сохранения грунтов в рыхлом состоянии со вспаханного участка необходимо организовать отвод атмосферных вод. При выполнении указанных мер глубина промерзания грунта уменьшается примерно в 3 раза.

Глубокое рыхление предохраняет от промерзания несвязные грунты, но требует выполнения значительного объема земляных работ. Рыхление осуществляется одноковшовыми или многоковшовыми экскаваторами путем перелопачивания грунта отдельными проходками на глубину 1,3...1,5 м. Образующаяся при этом волнистая поверхность способствует задержанию снега. После глубокого рыхления мерзлый слой грунта не выходит за

пределы разрыхленной зоны и легко разрабатывается.

Перекрытое рыхление поверхности на глубину 30...40 см, второй слой которого располагается под углом 60...90°, а каждая последующая проходка выполняется с нахлесткой на 20 см. Такая обработка, включая снежный покров, отодвигает начало замерзания грунта на 2,5...3,5 месяца, резко снижается общая глубина промерзания.

Снегозадержание является наиболее экономичным способом предохранения грунта от глубокого промерзания, но снегозадержание не всегда возможно из-за отсутствия достаточного количества снега. Коэффициент теплопроводности рыхлого снега в 7...10 раз меньше коэффициента теплопроводности грунта естественной влажности. Поэтому слоем снега в 1...1,5 м, искусственно задерживаемым или нагребаемым, можно с минимальными затратами надежно предохранять от промерзания площади любых размеров.

Ледозащитная оболочка пригодна для утепления горизонтальных участков со слабодреннирующим грунтом. Площадка ограждается земляным валом высотой 50...60 см, и по всей ее площади через 1,5...2 м в шахматном порядке забиваются колья высотой 0,4 м над уровнем земли. При наступлении устойчивых морозов участок заливается водой. После образования ледяной корки толщиной 10...15 см воду удаляют через специальные отверстия, которые затем тщательно заделывают. Ледяная оболочка вместе со слоем снега и воздушной прослойкой надежно предохраняет грунт от глубокого промерзания.

Теплоизоляционные покрытия выполняют из дешевых местных материалов: древесных листьев, сухого мха, торфяной мелочи, соломенных матов, шлака, стружек и опилок, укладываемых слоем 20...40 см непосредственно по грунту. Поверхностное утепление грунта применяют в основном для небольших по площади выемок. Более эффективным является использование местных материалов в сочетании с воздушной прослойкой. Для этого на поверхности грунта раскладывают лежни толщиной 8...10 см, на них горбыли или другой подручный материал: ветки, прутья, камыши, – по которым сверху насыпают слой опилок или древесных стружек толщиной 15...20 см с предохранением их от сдувания ветром.

Такое укрытие чрезвычайно эффективно, оно фактически предохраняет грунт от промерзания в течение всей зимы. Целесообразно площадь укрытия (утепления) увеличивать с каждой стороны на 2...3 м, что предохранит грунт от промерзания не только сверху, но и сбоку. С началом разработки грунта вести его надо быстрыми темпами, сразу на всю необходимую глубину и небольшими участками. Утепляющий слой при этом нужно снимать только

на разрабатываемой площади, в противном случае при сильных морозах будет быстро образовываться мерзлая корка грунта, затрудняющая производство работ.

Пропитку грунта солевыми растворами ведут следующим образом. На поверхности песчаного и супесчаного грунта рассыпают заданное количество соли (хлористого кальция 0,5 кг/м², хлористого натрия 1 кг/м²), после чего грунт вспахивают. Соль при этом растворяется в грунтовой воде и равномерно пропитывает грунт. В грунтах с низкой фильтрующей способностью (глины, тяжелые суглинки) пробуривают скважины, в которые под давлением нагнетают раствор соли. Недостатком данного способа является – высокая трудоемкость и стоимость таких работ.

10.2. Способы оттаивания мёрзлых грунтов.

Способы оттаивания мерзлого грунта можно классифицировать как по направлению распространения тепла в грунте, так и по применяемому виду теплоносителя. По первому признаку можно выделить следующие три способа оттаивания грунта.

Оттаивание грунта сверху вниз. Этот способ наименее эффективный, так как источник тепла в этом случае размещается в зоне холодного воздуха, что вызывает большие потери тепла. В то же время этот способ достаточно легко и просто осуществить, он требует минимальных подготовительных работ, в связи с чем часто применяется на практике.

Оттаивание грунта снизу вверх. Теплота распространяется от нижней границы мерзлого грунта к дневной поверхности. Способ наиболее экономичный, так как оттаивание происходит под защитой мерзлой корки грунта и теплопотери в пространство практически исключены. Тепловая энергия может быть частично сэкономлена за счет оставления верхней корки грунта в промерзшем состоянии. Она имеет наиболее низкую температуру, поэтому требует больших затрат энергии на оттаивание. Но этот тонкий слой грунта в 10...15 см будет беспрепятственно разработан экскаватором, для этого вполне хватит мощности машины. Главный недостаток этого способа в необходимости выполнения трудоемких подготовительных операций, что ограничивает область его применения.

При **оттаивании грунта по радиальному направлению** тепло распространяется в грунте радиально от вертикально установленных прогревающих элементов, погруженных в грунт. Этот способ по экономическим показателям занимает промежуточное положение между двумя ранее описанными, а для своего осуществления требует также значительных подготовительных работ.

Для выполнения оттаивания грунта по любому из этих трех способов необходимо участок предварительно очистить от снега, чтобы не тратить тепловую энергию на его оттаивание; переувлажнение грунта при этом недопустимо.

В зависимости от применяемого теплоносителя существуют следующие способы оттаивания.

Оттаивание непосредственным сжиганием топлива. Если в зимнее время необходимо выкопать 1...2 ямы, самое простое решение – обойтись простым костром. Поддерживание костра в течение смены приведет к оттаиванию грунта под ним на 30...40 см. Погасив костер и хорошо утеплив место прогрева опилками, оттаивание грунта внутрь будет продолжаться за счет аккумулированной энергии и за смену может достигнуть общей глубины до 1 м. При необходимости можно снова разжечь костер или разработать талый грунт и затем на дне ямы развести костер. Применяют способ крайне

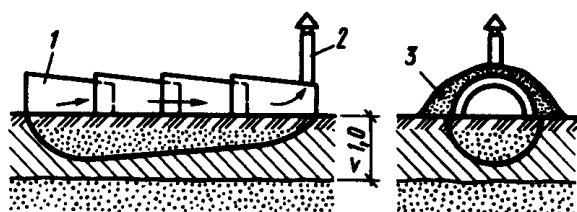


Рис. 10.1 - Оттаивание грунта огневом способом: 1 - камера сгорания; 2 - вытяжная труба; 3 - обсыпка талым грунтом

редко, так как только незначительная часть тепловой энергии расходуется продуктивно.

Огневой способ оттаивания применим для отрывки зимой небольших траншей. Для этого используется звеньевая конструкция из ряда металлических коробов усеченного типа, из которых легко собирается галерея необходимой длины, в первом из них устраивают

камеру сгорания твердого или жидкого топлива (костер из дров, жидкое и газообразное топливо со сжиганием через форсунку). Тепловая энергия перемещается к вытяжной трубе последнего короба, создающей необходимую тягу, благодаря которой горячие газы проходят вдоль всей галереи и грунт под коробами прогревается по всей длине. Сверху короба желательно утеплить, часто утеплителем используют талый грунт (рис. 10.1). После смены агрегат убирают, полосу оттаявшего грунта засыпают опилками, дальнейшее оттаивание продолжается за счет аккумулированного в грунте тепла.

Способ электропрогрева основан на пропускании тока через разогреваемый материал, в результате чего он приобретает положительную температуру. Основными техническими средствами являются горизонтальные или вертикальные электроды (рис. 10.2).

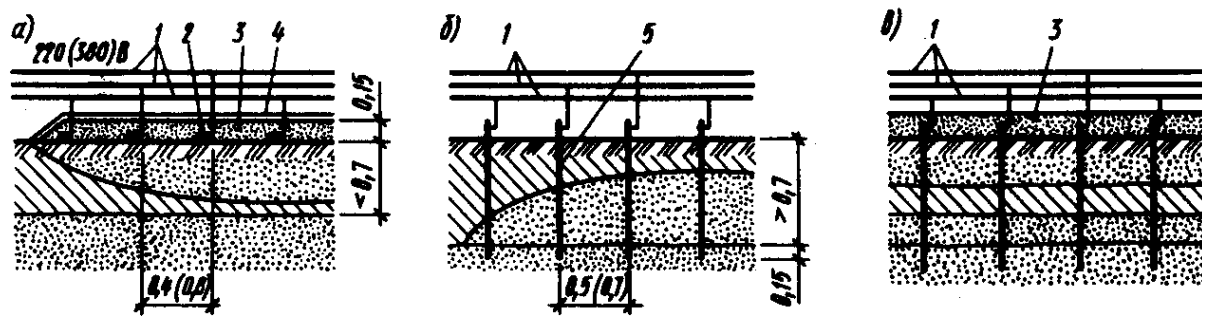


Рис. 10.2 - Оттаивание грунта способом электропрогрева (размеры в м):
а) горизонтальными электродами; б) вертикальными электродами сверху вниз;
в) то же, сверху вниз и снизу вверх; 1 – трехфазная электрическая сеть;
2 – горизонтальные полосовые электроды; 3 – слой опилок, смоченный
соленой водой; 4 – слой толи или рубероида; 5 – стержневой электрод

При оттаивании грунта горизонтальными электродами по поверхности грунта укладывают электроды из полосовой или круглой стали, концы которых отгибают на 15...20 см для подключения к проводам. Поверхность отогреваемого участка покрывают слоем опилок толщиной 15...20 см, которые смачивают солевым раствором с концентрацией 0,2...0,5 % с таким расчетом, чтобы масса раствора была не менее массы опилок. Вначале смоченные опилки являются токопроводящим элементом, так как замерзший грунт не является проводником. Под воздействием теплоты, генерируемой в слое опилок, оттаивает верхний слой грунта, который превращается в проводник тока от электрода к электроду. После этого под воздействием теплоты начинает оттаивать следующий слой грунта, а затем нижележащие слои. В дальнейшем опилочный слой защищает отогреваемый участок от потерь теплоты в атмосферу, для чего слой опилок покрывают толем или щитами. Этот способ применяют при глубине промерзания грунта до 0,7 м. Расход электроэнергии на отогрев 1 м³ грунта колеблется от 150 до 300 МДж, температура в опилках не превышает 80...90 °С.

Оттаивание грунта вертикальными электродами осуществляют с применением стержней из арматурной стали с заостренными нижними концами. При глубине промерзания 0,7 м их забивают в грунт в шахматном порядке на глубину 20...25 см, а по мере оттаивания верхних слоев грунта, погружают на большую глубину.

При оттаивании **сверху вниз** необходимо систематически убирать снег и устраивать опилочную засыпку, увлажненную солевым раствором. Режим прогрева при использовании стержневых электродов такой же, как и при полосовых, причем во время отключения электроэнергии электроды следует последовательно заглублять по мере прогрева грунта до 1,3...1,5 м. После отключения электроэнергии, в течение 1-2 дней, глубина оттаивания

продолжает увеличиваться за счет аккумулированной в грунте теплоты под защитой опилочного слоя. Расход энергии при этом способе несколько ниже, чем при способе горизонтальных электродов.

Применяя прогрев **снизу вверх**, до начала прогрева необходимо бурить скважины, расположенные в шахматном порядке, на глубину, превышающую на 15...20 см толщину мерзлого грунта. Расход энергии при отоплении грунта снизу вверх существенно снижается, составляя 50...150 МДж на 1 м³, а применять слой опилок не требуется.

При заглублении стержневых электродов в подстилающий талый грунт и одновременном устройстве на дневной поверхности опилочной засыпки (комбинированный способ), пропитанной соевым раствором, оттаивание происходит как в направлении сверху вниз, так и снизу вверх. При этом трудоемкость подготовительных работ значительно выше, чем в первых двух вариантах. Применяют этот способ лишь в исключительных случаях, когда необходимо экстренно осуществить оттаивание грунта.

Оттаивание токами высокой частоты. Этот метод позволяет резко сократить подготовительные работы, так как промерзший грунт сохраняет проводимость к токам высокой частоты, поэтому отпадает надобность в большом заглублении электродов в грунт и в устройстве опилочной засыпки. Расстояние между электродами может быть увеличено до 1,2 м, тогда их количество может быть сокращено почти в два раза. Процесс оттаивания грунта протекает относительно быстро.

Паровое оттаивание основано на впуске пара в грунт, для чего применяют специальные технические средства – паровые иглы, представляющие собой металлическую трубу длиной до 2 м, диаметром 25...50 мм. На нижнюю часть трубы насажен наконечник с отверстиями диаметром 2...3 мм. Иглы соединяют с паропроводом гибкими резиновыми шлангами с кранами. Иглы вставляют в скважины, предварительно пробуриваемые на глубину, равную 70 % глубины оттаивания. Скважины закрывают защитными колпаками, снабженными сальниками для пропуска паровой иглы. Пар подают под давлением 0,06...0,07 МПа. После установки аккумулированных колпаков прогреваемую поверхность покрывают слоем термоизолирующего материала (например, опилок). Иглы располагают в шахматном порядке с расстоянием между центрами 1...1,5 м. Расход пара на 1 м³ грунта составляет 50...100 кг. Этот метод требует расхода теплоты примерно в 2 раза больше, чем метод глубинных электродов.

Оттаивание грунта теплоэлектронагревателями. Данный метод основан на передаче теплоты мерзлому грунту контактным способом. В качестве основных технических средств применяются электроматы,

изготавливаемые из специального теплопроводящего материала, через который пропускают электрический ток - рис. 10.3



Рис. 10.3 - Оттаивание грунта электроматами

Прямоугольные электроматы, размеры которых могут покрывать поверхность от 4...8 м², укладываются на оттаиваемый участок и подсоединяются к источнику электричества напряжением 220В. При этом образующееся тепло эффективно распространяется сверху вниз в толщу мерзлого грунта, что приводит к его оттаиванию. Время, необходимое для оттаивания, зависит от температуры окружающего воздуха и от глубины промерзания грунта и в среднем составляет 15...20 ч.

Оттаивание электронагревателями основано на передаче теплоты мерзлоте контактным способом. В качестве основных технических средств применяют электроиглы, представляющие собой стальные трубы длиной около 1 м, диаметром до 50...60 мм. Внутри иглы установлен нагревательный элемент, изолированный от корпуса трубы. Нагревательный элемент имеет контактные выводы для подключения к электрической цепи. Нагреваясь, он передает тепловую энергию стальному корпусу, а тот мерзлоте. При оттаивании грунтов этим способом теплота распространяется в радиальном направлении. Существуют и другие способы оттаивания грунтов.

10.3. Разработка мёрзлых грунтов без предварительного рыхления, способы рыхления мерзлых грунтов.

Разработка мёрзлого грунта (без предварительного рыхления) осуществляется двумя методами – блочным и механическим.

Блочный метод основан на том, что монолитность мерзлого грунта нарушается с помощью разрезки его на блоки, которые затем удаляют экскаватором, строительным краном или трактором (рис. 10.4). Разрезку на блоки выполняют по взаимно перпендикулярным направлениям. При малой глубине промерзания (до 0,6 м) достаточно сделать только продольные прорезы. Глубина прорезаемых в мерзлом слое щелей должна составлять примерно 80 % от глубины промерзания, так как ослабленный слой на границе мерзлой и талой зон не является препятствием для отрыва блоков от массива. Расстояние между щелями зависит от размеров кромки ковша экскаватора (размеры блоков должны быть на 10...15 % меньше ширины зева ковша экскаватора). Для отгрузки блоков применяют экскаваторы с ковшами вместимостью 0,5 м³ и выше, оборудованные преимущественно обратной лопатой, так как выгрузка блоков из ковша прямой лопатой сильно затруднена.

Механический метод основан на силовом, а чаще в сочетании с ударным или вибрационном воздействии на массив мерзлого грунта. Реализуется метод применением обычных землеройных и землеройно-транспортных машин и машин со специально разработанными для зимних условий рабочими органами.

Обычные серийные машины применяют в начальный период зимы, когда глубина промерзания грунта незначительна. Прямая и обратная лопата с ковшом вместимостью более 0,65...0,4 м³ могут разрабатывать грунт при глубине промерзания 0,25...0,3 м; экскаватор-драглайн – до 0,15 м; бульдозеры и скреперы в состоянии разрабатывать промерзший грунт на глубину до 0,15 м.



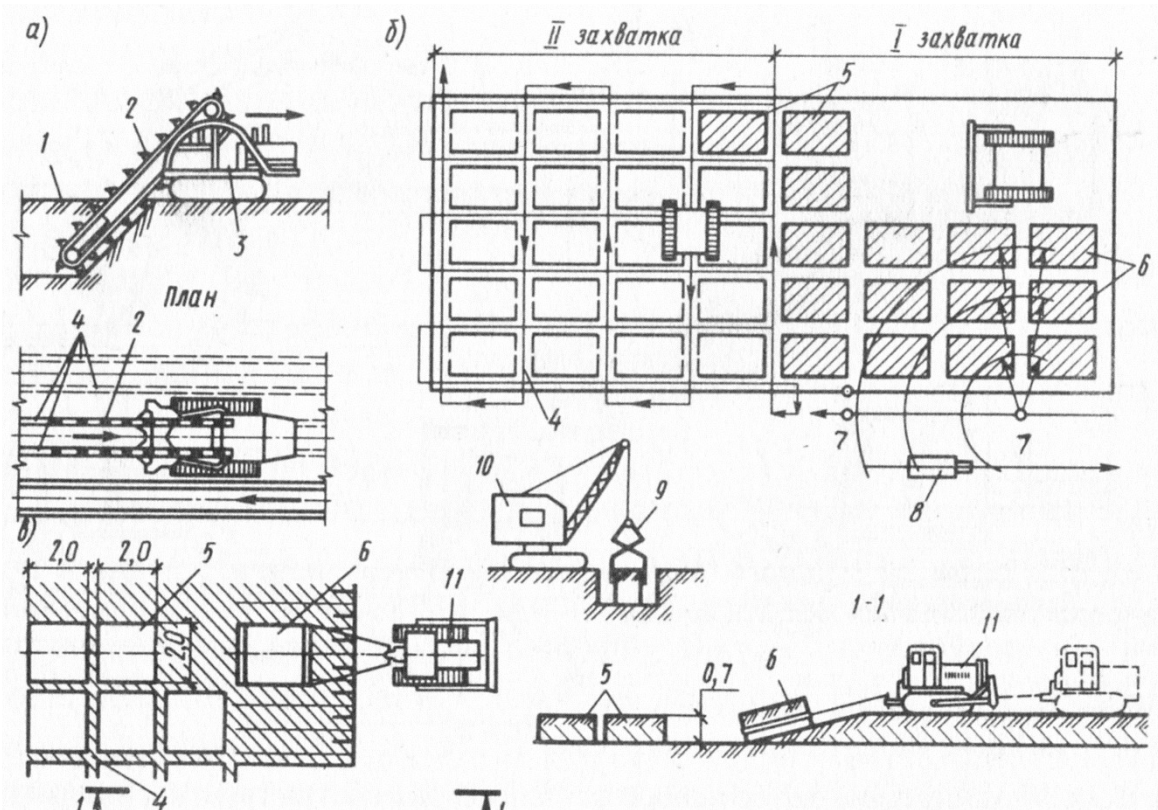


Рис. 10.4 - Схема блочной разработки грунта (размеры в м):

а) нарезка щелей баровой машиной; б) метод разработки котлована с извлечением блоков из забоя строительным краном; в) то же, с извлечением блоков трактором;
 1 – мерзлый слой грунта; 2 – режущие цепи (бары); 3 – экскаватор; 4 – щели в мерзлом грунте; 5 – нарезанные блоки; 6 – удаляемые блоки; 7 – стоянки крана;
 8 – транспортное средство; 9 – клещевой захват; 10 – строительный кран; 11 – трактор

Для зимних условий разработано специальное оборудование для одноковшовых экскаваторов – ковши с виброударными активными зубьями и ковши с захватно-клещевым устройством (рис. 10.5). Затраты энергии на резание грунта примерно в 10 раз больше, чем на скалывание. Вмонтирование в режущий край ковша экскаватора виброударных механизмов, аналогичных по работе отбойному молотку, приносит хорошие результаты. За счет избыточного режущего усилия такие одноковшовые экскаваторы могут послойно разрабатывать массив мерзлого грунта. Процесс рыхления и экскавации грунта происходит одновременно.

Разработку грунта осуществляют и многоковшовыми экскаваторами, специально разработанными для проходки траншей в мерзлом грунте. Послойную разработку грунта можно осуществлять специализированной землеройно-фрезерной машиной, снимающей стружку глубиной до 0,3 м и

шириной 2,6 м. Перемещение разработанного мерзлого грунта производят бульдозерным оборудованием, входящим в комплект машины.

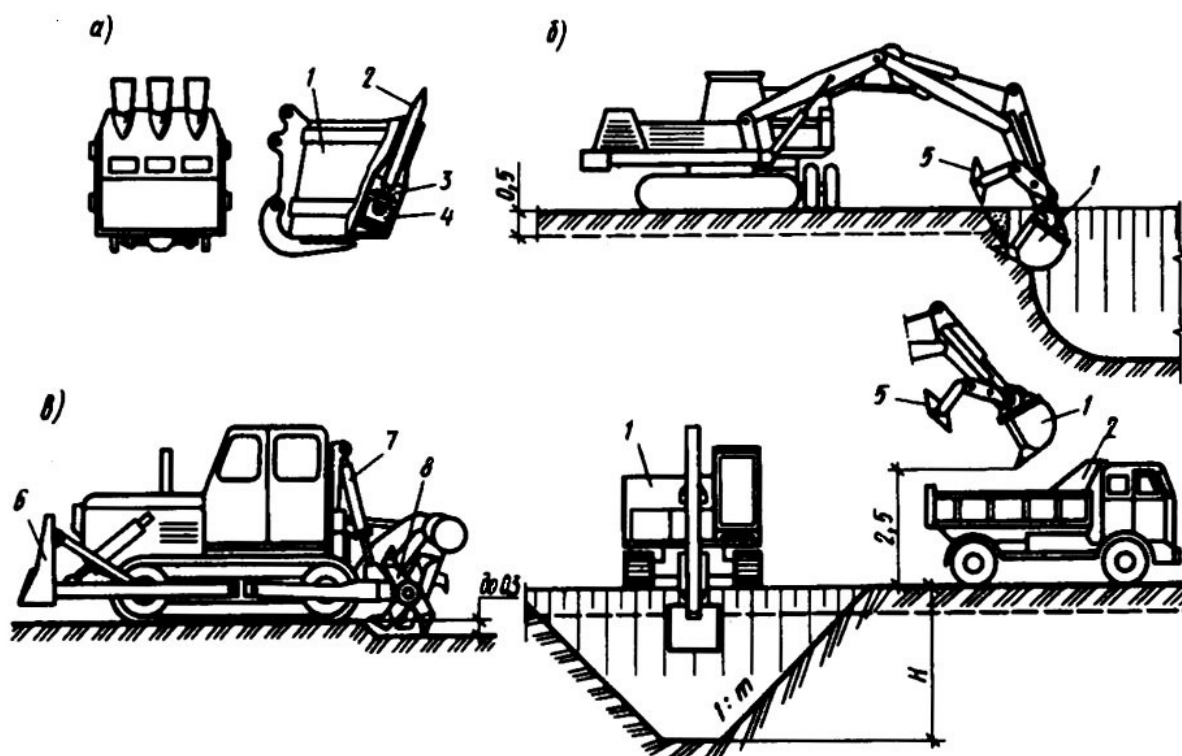


Рис. 10.5 - Механический способ непосредственной разработки грунта:
 а) ковш экскаватора с активными зубьями; б) разработка грунта экскаватором «обратная лопата» и захватно-клещевым устройством; в) землеройно-фрезерная машина; 1 – ковш; 2 – зуб ковша; 3 – ударник; 4 – вибратор; 5 – захватно-клещевое устройство; 6 – отвал бульдозера; 7 – гидроцилиндр для подъема и опускания рабочего органа; 8 – рабочий орган (фреза)

Способы рыхления мёрзлых грунтов. Рыхление мёрзлого грунта с последующей разработкой землеройными и землеройно-транспортными машинами осуществляют механическим или взрывным методом.

Механическое рыхление мерзлого грунта с использованием современных строительных машин повышенной мощности приобретает все большее распространение. В соответствии с требованиями экологии, перед зимней разработкой грунта необходимо в осенний период снять бульдозером слой растительного грунта с намеченного для разработки участка. Механическое рыхление базируется на резании, раскалывании или сколе слоя мерзлого грунта статическим или динамическим воздействием.

При динамическом воздействии на грунт осуществляется его раскалывание или сколы молотами свободного падения и направленного действия. Этим способом рыхление грунта производят молотами свободного

Статическое воздействие основано на воздействии непрерывного режущего усилия в мерзлом грунте специальным рабочим органом – зубом. Для этого применяют специальное оборудование, у которого непрерывное режущее усилие зуба создается за счет тягового усилия трактора-тягача. Машины этого типа производят послойную проходку мерзлого грунта, обеспечивая за каждую проходку глубину рыхления порядка 0,3...0,4 м. Рыхлят грунт параллельными (примерно через 0,5 м) проходками с последующими поперечными проходками под углом 60...90° к предыдущим. Производительность рыхлителя 15...20 м³/ч. В качестве статических рыхлителей применяют гидравлические экскаваторы с рабочим органом – зубом-рыхлителем (рис. 10.7). Широко используются для рыхления баровые установки.

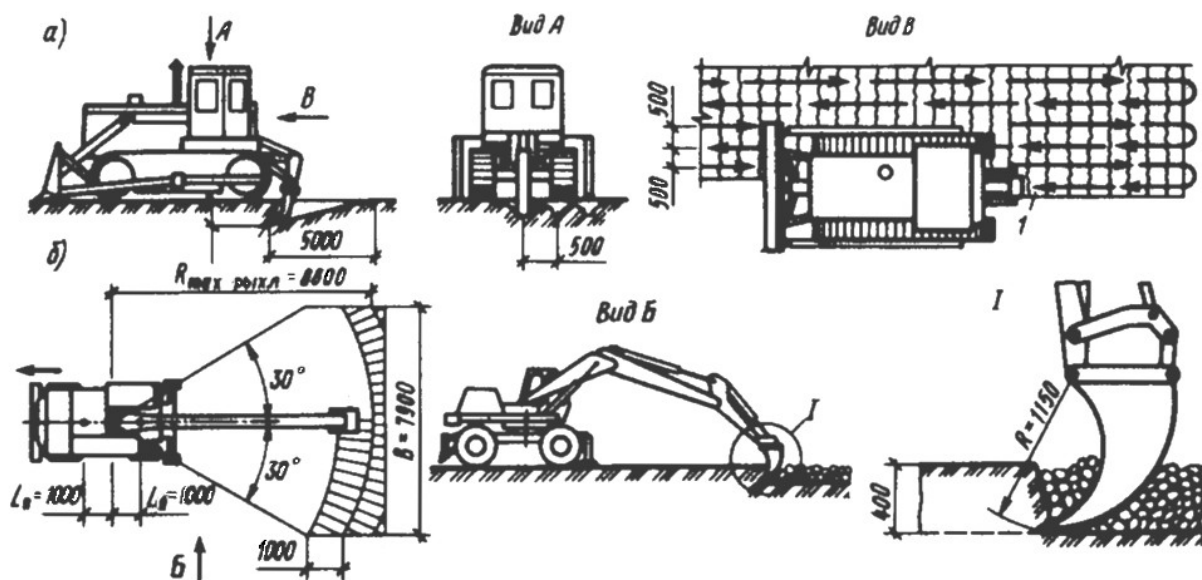


Рис. 10.7 - Рыхление мерзлого грунта статическим воздействием:
 а) бульдозерно-рыхлительным агрегатом; б) экскаватором-рыхлителем;
 1 – направление хода рыхлителя

Возможность послойной разработки мерзлого грунта делает статические рыхлители применимыми независимо от глубины промерзания.

Рыхление взрывом наиболее экономично при больших объемах работ, значительной глубине промерзания, в особенности, если энергию взрыва используют не только для рыхления, но и для выброса земляных масс в отвал (рис. 10.8). Но этот способ можно применять только на участках, расположенных вдали от жилых домов и промышленных зданий. При использовании укрытий и локализаторов (тяжёлых пригрузочных плит) взрывной способ рыхления грунтов можно применять и вблизи зданий.

В зависимости от глубины промерзания грунта взрывные работы выполняют методами:

- шпуровых и щелевых зарядов при глубине промерзания грунта до 2 м;
- скважинных и щелевых зарядов при глубине промерзания свыше 2 м.

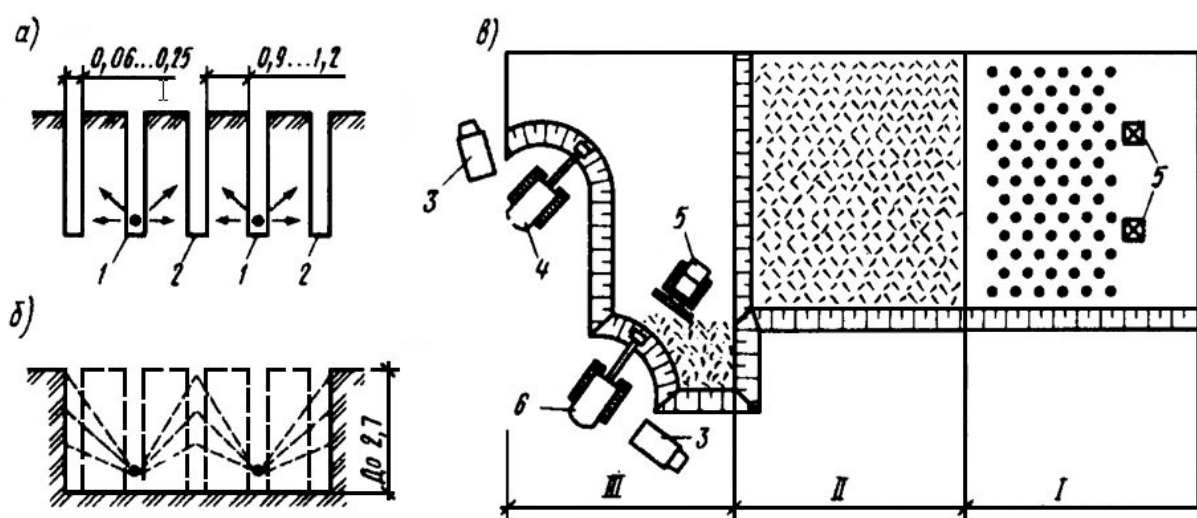


Рис. 10.8 - Рыхление мерзлого грунта взрывом (размеры в м):

а) схема расположения щелевых зарядов; б) профиль выемки;

в) общая организационная схема; 1 – зарядная щель; 2 – компенсирующая щель; 3 – автосамосвал; 4 – экскаватор для разработки немерзлого грунта; 5 – бульдозер; 6 – экскаватор для погрузки мерзлого разрыхленного взрывом грунта; I...III – захватки

Шпуров просверливают диаметром 22...50 мм, скважины – 900... 1100 мм, расстояние между рядами принимается от 1 до 1,5 м. Щели на расстоянии 0,9...1,2 м одна от другой нарезают щеленарезными машинами фрезерного типа или баровыми машинами. Из трех соседних щелей заряжается одна средняя, крайние и промежуточные щели служат для компенсации сдвига мерзлого грунта во время взрыва и для снижения сейсмического эффекта. Заряжают щели удлиненными или сосредоточенными зарядами, после чего их забивают песком. При взрывании мерзлый грунт полностью дробится, не повреждая стенок котлована или траншеи.

10.4. Охрана труда при производстве земляных работ

Требования охраны труда при производстве земляных работ регламентируются действующими нормативными документами, основные положения изложены в ТКП 45-1.03-40-2006 «Безопасность труда в строительстве. Общие требования», ТКП 45-1.03-44-2006 «Безопасность труда в строительстве. Строительное производство».

Перед началом земляных работ, в соответствии с проектом, на местности должны быть отмечены все подземные сооружения, расположенные в зоне разработки грунта. Особую осторожность следует проявлять, если на участке находятся электрокабели, так как их повреждение во время производства работ может привести к несчастным случаям.

Земляные работы в зонах подземных коммуникаций можно проводить только с письменного разрешения организации, в ведении которой находятся эти коммуникации, и в присутствии их представителя. Для предохранения сооружения от возможных повреждений принимают соответствующие меры. В местах расположения электрокабелей грунт разрешается разрабатывать только при помощи лопат; ударные инструменты (ломы, кирки и др.) применять не разрешается.

Если на участке оказываются подземные сооружения, не предусмотренные проектом, работы на этом месте приостанавливают до выяснения характера обнаруженного сооружения.

В случае появления в разрабатываемых выемках вредных газов, рабочих нужно эвакуировать, а работы прекратить до принятия мер по обезвреживанию места загрязнения.

Для спуска рабочих в котлованы и траншеи должны быть установлены стремянки шириной не менее 0,75 м с перилами, а в узких местах – приставные лестницы; пользоваться для этой цели распорками креплений запрещается.

Территорию производства работ в населенных пунктах необходимо ограждать с предупредительными надписями; в ночное время – освещать.

Движущиеся по отсыпанной насыпи транспортные и землеройные машины не должны приближаться к бровке ближе, чем на 0,5 м. При работе в ночное время рабочие места должны быть освещены, а землеройные, транспортные и землеройно-транспортные машины должны иметь индивидуальное освещение.

Котлованы и траншеи разрабатывают с устройством откосов либо с креплением их стенок. Предельно допустимая крутизна откосов котлованов и траншей и правила их рытья с вертикальными стенками без креплений

установлены нормативной документацией в зависимости от группы грунта, его влажности и глубины выемки. При разработке выемок с вертикальными стенками состояние креплений необходимо проверять ежемесячно.

Снимать крепления разрешается лишь в присутствии производителя работ или мастера; крепления снимают в направлении снизу вверх по одной доске при слабых грунтах, по две и не более трех – при устойчивых грунтах.

В зимнее время земляные работы по устройству котлованов и траншей с вертикальными стенками допускаются без креплений только на глубину промерзания грунта. При дальнейшем углублении стенки надо крепить.

Материалы, транспортные средства и механизмы вдоль верхней бровки котлованов и траншей необходимо размещать вне призмы обрушения. Исходя из этого, расстояние от оси погрузочного пути до бровки разрабатываемого откоса (при угле наклона его меньше или равном углу естественного откоса) принимают: для железнодорожного пути нормальной колеи – 4 м; автотранспорта и железнодорожного пути узкой колеи – 2,5 м. Экскаваторы во время работы следует располагать на спланированных площадках.

Пребывание людей в пределах призмы обрушения и в зоне разворота стрелы экскаватора запрещается. Получающиеся в забоях «kozyрьки» немедленно срезают. Погрузка грунта на автомобили экскаваторами должна производиться со стороны заднего или бокового борта автомобиля.

При гидромеханических работах вблизи населенного пункта территорию производства работ ограждают. Перед началом работ людей удаляют из района действия струи гидромонитора. Запрещается увеличивать рабочее давление гидромонитора сверх указанного в заводском паспорте. Воздушные линии электропередач, проходящие над забоем, должны быть перенесены, – возможность соприкосновения струи воды с проводами высокого напряжения должна быть исключена. Работа гидромонитора во время грозы запрещается. К работе допускаются лица, прошедшие техминимум и сдавшие экзамен по технике безопасности.

В зимних условиях во время работ по креплению откосов и берегов в необходимых местах устраивают дощатые настилы для прохода рабочих. При подаче на откос камня, бревен, fascin и других материалов рабочих удаляют из района складывания. При наступлении оттепели необходимо следить за состоянием льда и регулировать движение людей и транспорта.

Рекомендации для студентов:

Степень усвоения темы можно проверить, ответив на вопросы контрольного тестирования - раздел 3 «Контроль знаний»

2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1. Планы практических занятий

Тема 1. Определение объемов земляных работ и выбор рациональных схем разработки котлованов и траншей.

Тема 2. Расчет параметров и выбор землеройных машин для разработки котлованов и траншей.

Тема 3. Определение необходимого количества транспортных средств для перевозки грунта. Разработка графика движения автосамосвалов.

Тема 4. Определение трудоемкости при выполнении земляных работ по отрывке выемок.

План практического занятия №1

Тема занятия: Определение объемов земляных работ и выбор рациональных схем разработки котлованов и траншей.

Цель занятия:

- формирование практических умений расчета объема котлована, траншеи, въездной траншеи;
- формирование практических умений по выбору рациональных схем разработки котлованов и траншей.

Ход занятия:

- установочный и организационный момент – 5 мин;
- проверка исходного уровня знаний: устный опрос - 20 мин;
- организация практической работы:
- решение задачи по определению объема котлована с въездной траншеей – 30 мин;
- решение задачи по выбору рациональной схемы разработки котлована одноковшовым экскаватором – 30 мин;
- подведение итогов занятия – 5 мин.

План практического занятия №2

Тема занятия: Расчет параметров и выбор землеройных машин для разработки котлованов и траншей.

Цель занятия:

- формирование умений по расчету параметров и выбору землеройных машин для разработки котлованов и траншей.

Ход занятия:

- установочный и организационный момент – 5 мин;

- проверка исходного уровня знаний: устный опрос - 20 мин;
- организация практической работы:
- решение задач по расчету параметров и выбору землеройных машин для разработки котлованов и траншей – 60 мин;
- подведение итогов занятия – 5 мин.

Практическое занятие №3

Тема занятия: Определение необходимого количества транспортных средств для перевозки грунта. Разработка графика движения автосамосвалов.

Цель занятия:

- формирование умений по определению необходимого количества транспортных средств для перевозки грунта, разработке графика движения автосамосвалов.

Ход занятия:

- установочный и организационный момент – 5 мин;
- проверка исходного уровня знаний: устный опрос - 20 мин;
- организация практической работы:
- решение задач по определению необходимого количества транспортных средств для перевозки грунта, разработке графика движения автосамосвалов – 60 мин;
- подведение итогов занятия – 5 мин.

Практическое занятие №4

Тема занятия: Определение трудоемкости работ на разработку земляных работ при отрывке выемок.

Цель занятия:

- формирование умений по определению трудоемкости земляных работ при отрывке выемок.

Ход занятия:

- установочный и организационный момент – 5 мин;
- проверка исходного уровня знаний: устный опрос - 20 мин;
- организация практической работы:
- решение задач по определению трудоемкости земляных работ при отрывке выемок – 60 мин;
- подведение итогов занятия – 5 мин.

2.2. Содержание раздела курсового проекта по земляным работам

На излагаемом в ЭУМК учебном материале базируется 1 часть курсового проекта № 1 «Производство земляных работ и устройство монолитных фундаментов».

Выполнение курсового проекта по производству земляных работ и устройству монолитных фундаментов имеет целью углубление знаний студентов в области технологии возведения подземной части зданий и приобретение ими навыков самостоятельной работы при решении конкретных инженерных задач.

При выполнении курсового проекта предусматривается решение следующих задач:

- определение оптимального вида выемки с учетом возможности выполнения работ по устройству фундаментов, с подсчетом объемов разрабатываемого грунта;

- выбор оптимальных комплектов машин и механизмов для производства земляных работ и работ по устройству монолитных фундаментов (с учетом особенностей производства работ в зимних условиях);

- разработка технологических схем производства работ по рыхлению мерзлых грунтов, разработке выемки, отвозке грунта и обратной засыпке, по технологии производства опалубочных, арматурных и бетонных работ при устройстве монолитных фундаментов (с расчетом технологических параметров режима производства бетонных работ в зимних условиях);

- выполнение расчета потребности в материальных и трудовых ресурсах для выполнения работ;

- календарное планирование выполнения комплекса работ с учетом разработанных технологических решений;

- разработка графической части курсового проекта.

3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1. Вопросы контрольного тестирования

В данном разделе 3.1 представлены вопросы контрольного тестирования по изученным темам, которые рекомендуются для студентов при самостоятельной работе для оценки степени усвоения темы, а также для преподавателей при проведении планового контроля степени усвоения материала.

ТЕМА1. ДИСЦИПЛИНА «ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА». СТРОИТЕЛЬНАЯ ОТРАСЛЬ, ПРОДУКЦИЯ, НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ.

Вопросы контрольного тестирования:

1. Что означает термин «Технология строительного производства»?
2. Знание каких дисциплин необходимо для успешного изучения дисциплины «Технология строительного производства»?
3. Какие цели и задачи решаются при изучении дисциплины «Технология строительного производства»?
4. Что должны знать и уметь студенты после изучения дисциплины «Технология строительного производства»?
4. Что означают понятия «строительное производство», «строительная продукция»?
5. Какие структурные изменения характерны для строительной отрасли на современном этапе?
6. Какие принципы составляют основу строительного производства?
7. Какие выделяют виды строительства и что включают в себя понятия по каждому виду строительства?

ТЕМА2. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Вопросы контрольного тестирования:

1. Что означает термин строительные процессы, чем характеризуются?
2. Какие виды строительных процессов выделяют по технологическим признакам?

3. Как классифицируются процессы по степени механизации?
4. Какие виды строительных работ вы знаете и чем они характеризуются?
5. Какие циклы возведения объекта выделяют и что в них входит?
6. Какие формы организации труда рабочих применяются в строительстве?
7. Что такое техническое нормирование?
8. Что такое тарифное нормирование?
9. Какими техническими нормативными правовыми актами регламентируется строительное производство?
10. Как организована система управления качеством строительства?

ТЕМА 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Вопросы контрольного тестирования:

1. Какие мероприятия проводятся при организационно-технологической подготовке строительного производства?
2. В чём заключается организационно-технологическая надежность строительных процессов?
3. Что такое ПОС, кто его разрабатывает?
4. Что входит в состав ППР?
5. Состав технологических карт?
6. Состав карт трудовых процессов, их назначение?
7. Состав работ по инженерной подготовке строительной площадки?
8. Как выполняется разбивка зданий и сооружений?
9. Какие знаете виды складов и как они размещаются?
10. Как выполняется устройство бытового городка, какие помещения входят в его состав?
11. Как, кем выполняются и какие виды инженерных изысканий вы знаете?
12. Принципы, учитываемые при разработке стройгенплана?

ТЕМА 4. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ГРУЗОВ

Вопросы контрольного тестирования:

1. Как классифицируют строительные грузы?
2. Какие виды транспорта используют в строительстве?
3. По каким критериям можно выбирать вид транспорта?
4. Какие виды специализированных автомобильных транспортных средств для перевозки строительных грузов вы знаете?
5. Как организована работа транспорта по маятниковой схеме?
6. Как организована работа транспорта по челночной схеме?
7. Изобразите графики движения транспортных средств по маятниковой и челночной схеме?
8. Как организованы при строительстве объектов погрузочно-разгрузочные работы?
9. Какие основные требования по технике безопасности при эксплуатации строительных машин?
10. Какие основные требования по технике безопасности при погрузочно-разгрузочных работах?

ТЕМА 5. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГРУНТА

Вопросы контрольного тестирования:

1. Какие виды земляных сооружений Вы знаете?
2. Что такое резервы и кавальеры?
3. Как классифицируют (разделяют) земляные сооружения?
4. Песчаные грунты, их основные технологические свойства.
5. Глинистые грунты, их основные технологические свойства.
6. Какими показателями характеризуются разрыхляемость и степень уплотнения грунтов?
7. Как вычисляется крутизна откоса выемки?
8. В каких грунтах выемки выполняют с вертикальными стенками?

9. Перечислите подготовительные и вспомогательные процессы при производстве земляных работ.
10. Какова последовательность работ при разбивке земляных сооружений?
11. Как устанавливается обноска, и какие ее виды Вы знаете?
12. Как выполняется водоотвод с площадки строительства?
13. Когда применяется водоотлив, и как он выполняется?
14. Как выполняется понижение уровня грунтовых вод с использованием легких иглофильтровых установок?
15. Как выполняется понижение уровня грунтовых вод с использованием эжекторных водопонижительных установок?
16. Как используют электроосмос при понижении уровня грунтовых вод?
17. Как выполняется понижение уровня грунтовых вод с использованием водопонижающих скважин?
18. Как устанавливается шпунтовое ограждение?
19. Как выполняется распорное крепление стенок выемок?
20. Как выполняются анкерное и подкосное крепления стенок выемок?
21. Технология закрепления грунтов способом замораживания.
22. Как выполняется закрепление грунтов способом цементации, химическим способом?
23. Как выполняется закрепление грунтов битумизацией, термическим, электрическим и электрохимическим способом?
24. Как вычисляются объемы земляных работ для котлованов, траншей, насыпей?
25. Последовательность определения объемов земляных работ при вертикальной планировке площадки.
26. Как составляется план распределения земляных масс?
27. Как определяется средняя дальность перемещения грунта?

ТЕМА 6. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКИ ГРУНТА

Вопросы контрольного тестирования:

1. Какова технологическая последовательность производства земляных работ?
2. Основные способы разработки выемок.
3. Принцип механического способа разработки грунтов и основные виды машин, применяемые при этом способе.
4. Виды одноковшовых экскаваторов, виды рабочего оборудования.

5. Последовательность операций в цикле работы экскаватора.
6. Основные рабочие параметры одноковшовых экскаваторов.
7. Что включается в понятие забой?
8. Виды сменного рабочего оборудования одноковшового экскаватора.
9. Область применения и виды забоев при работе экскаватора с прямой лопатой.
10. Выбор вида и расчет ширины проходок экскаватора с прямой лопатой.
11. Область применения и виды забоев при работе экскаватора с обратной лопатой.
12. Выбор вида и расчет проходок экскаватора с обратной лопатой.
13. Область применения и виды забоев при работе экскаватора-драглайна.
14. Выбор вида и расчет проходок экскаватора-драглайна.
15. Челночные схемы работы экскаватора-драглайна.
16. Работа экскаватора с грейдерным ковшом.
17. Виды многоковшовых экскаваторов, технические возможности.
18. Технология выполнения работ многоковшовыми экскаваторами.
19. Виды землеройно-транспортных машин, технические возможности.
20. Основные схемы работы скрепера, выбор оптимального варианта.
21. Способы работы бульдозера при планировке площадки.
22. Использование грейдеров при производстве земляных работ.

ТЕМА 7. УКЛАДКА И УПЛОТНЕНИЕ ГРУНТОВ

Вопросы контрольного тестирования:

1. Как обеспечивается устойчивость насыпи, отсыпаемой из грунтов с разной дренирующей способностью?
2. Какой по дренирующей способности грунт используется для покрытия откосов?
3. Какие грунты нельзя применять для отсыпки насыпей?
4. Какой запас на осадку предусматривают при отсыпке насыпей без искусственного уплотнения и при уплотнении грунтов?
5. Как ведут отсыпку насыпей от краев к середине или наоборот?
6. Какие машины рекомендуется использовать для устройства насыпей в зависимости от дальности перемещения грунта?
7. Какова величина коэффициента уплотнения грунта оптимальной влажности?

8. Какая влажность считается оптимальной для разных грунтов?
9. Какие способы уплотнения грунтов применяют?
10. От чего зависит выбор способа уплотнения?
11. Виды машин для уплотнения грунтов различными методами.
12. Технология отсыпки грунтов.
13. Технология уплотнения грунтов.
14. Способы контроля качества уплотнения грунта.
15. Определение комплексной механизации земляных работ.
16. Подходы при выборе метода производства земляных работ.
17. Последовательность выполнения земляных работ в промышленном и жилищном строительстве.
18. Как назначается размер захватки экскаватора?
19. Как увязывается в потоке работа по разработке грунтов комплексно-механизированным способом?

ТЕМА 8. РАЗРАБОТКА ГРУНТА БУРЕНИЕМ, ЗАКРЫТЫЕ СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ, УСТРОЙСТВО ВЫТРАМБОВАННЫХ КОТЛОВАНОВ

Вопросы контрольного тестирования:

1. Основные способы бурения.
2. Основные элементы и размеры шпуров, скважин.
3. Способы механического бурения и способы удаления шлама.
4. Способы немеханического бурения.
5. Технология ударного бурения, используемое оборудование.
6. Технология вращательного бурения, основные виды.
7. Оборудование и последовательность работ при роторном бурении.
8. Оборудование и последовательность работ при шнековом бурении.
9. Технология ударно-вращательного бурения; используемое оборудование.
10. Термический, гидравлический способы бурения, применяемое оборудование.
11. Технология способа прокола.
12. Технология пневмопробивки горизонтальных скважин.
13. Технология вибровакуумного способа устройства горизонтальных скважин.
14. Технология гидромеханического способа прокладки трубопроводов.
15. Технология способа продавливания труб.

16. Технология горизонтального бурения.
17. Технология щитовой проходки, использования микрощитов.
18. Технологическая последовательность работы с установками направленного бурения.
19. Технология устройства вытрамбованных котлованов и траншей.
20. Эффективность технологии устройства вытрамбованных выемок, используемое оборудование.

ТЕМА 9. ГИДРОМЕХАНИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА ГРУНТОВ, ПРОИЗВОДСТВО ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Вопросы контрольного тестирования:

1. Технологическая последовательность и способы гидромеханической разработки грунта.
2. Достоинства и недостатки гидромеханического способа разработки грунтов.
3. Принцип работы и устройство гидромонитора.
4. Сравнение способов разработки грунта гидромонитором.
5. Принцип работы и устройство землесоса.
6. Технология разработки грунта земснарядом.
7. Устройство карт и последовательность намыва насыпи.
8. Основные способы намыва грунта.
9. Основные виды взрывчатых материалов.
10. Основные виды взрывчатых веществ.
11. Основные виды средств взрывания.
12. Способы взрывания с применением накладных зарядов.
13. Способы взрывания с применением глубинных зарядов.
14. Как рассчитываются заряды выброса, рыхления, камуфлеты?
15. Основные методы ведения взрывных работ.
16. Основные положения по охране труда при производстве взрывных работ.

ТЕМА 10. ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Вопросы контрольного тестирования:

1. Как изменяются свойства грунтов при замерзании?
2. Какие грунты имеют наибольшую величину пучения при замерзании?
3. Основные методы разработки грунта в зимних условиях, выбор оптимального варианта.
4. Способы предохранения грунтов от промерзания.
5. Способы рыхления мерзлых грунтов.
6. Способы оттаивания мерзлых грунтов.
7. Методы разработки мерзлого грунта без предварительного рыхления.
8. Основные требования охраны труда при производстве земляных работ.

3.2. Перечень экзаменационных вопросов по дисциплине «технология строительного производства, раздел «земляные работы»

для специальности

1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

1. Строительство как отрасль народного хозяйства республики.
2. Строительная продукция и ее отличительные черты.
3. Виды строительства: новое строительство, реконструкция, текущий и капитальный ремонт.
4. Основные направления технического и технологического прогресса в строительной отрасли.
5. Характеристика дисциплины «Технология строительного производства», ее роль в подготовке инженера-строителя.
6. Строительные процессы.
7. Трудовые ресурсы строительных процессов и организация их труда.
8. Техническое нормирование.

9. Материальные элементы строительных процессов и оценка монтажной технологичности.
10. Технические средства строительных процессов.
11. Параметры, характеризующие организацию рабочего места.
12. Строительные работы.
13. Технологическая документация строительного производства.
14. Содержание проектов производства работ.
15. Технологические карты, их назначение и содержание.
16. Контроль качества строительной продукции.
17. Инженерная подготовка строительной площадки.
18. Инженерные изыскания для строительства.
19. Виды и классификация строительных грузов.
20. Технологические особенности транспортных средств, применяемых в строительстве.
21. Специализированные транспортные средства, применяемые в строительстве.
22. Принципы организации работы автотранспорта.
23. Организация складов строительных конструкций.
24. Приемка конструкций и складирование конструкций.
25. Виды земляных сооружений.
26. Технологические свойства грунтов.
27. Состав подготовительных и вспомогательных процессов при разработке грунтов.
28. Разбивка земляных сооружений на местности.
29. Водоотвод и водоотлив.
30. Понижение уровня грунтовых вод.
31. Обеспечение устойчивости стенок котлованов и траншей в процессе их разработки.
32. Искусственное закрепление грунтов.
33. Определение объемов разрабатываемого грунта котлованов, траншей.
34. Определение объемов грунта при планировке площадки, определение средней дальности перемещения грунта.
35. Разработка грунта одноковшовыми экскаваторами прямая лопата, проходки экскаватора.
36. Разработка грунта одноковшовыми экскаваторами обратная лопата, проходки экскаватора.
37. Разработка грунта одноковшовыми экскаваторами драглайн, проходки экскаватора.

38. Разработка грунта многоковшовыми экскаваторами. Область применения многоковшовых экскаваторов.
39. Разработка грунта землеройно-транспортными машинами - бульдозерами, грейдерами.
40. Разработка грунта землеройно-транспортными машинами - скреперами.
41. Методы укладки грунта в насыпи и основания.
42. Комплексно-механизированные процессы разработки, планировки, транспортирования, отсыпки грунтов.
43. Способы уплотнения грунтов.
44. Контроль качества уплотнения грунтов.
45. Технология устройства вытрамбованных котлованов и траншей.
46. Технология разработки грунтов гидромониторными установками.
47. Технология разработки грунтов землесосными установками.
48. Намыв насыпей из пульпы.
49. Закрытые способы производства земляных работ – прокол, пневмопробивка, вибровacuумный способ.
50. Закрытые способы производства земляных работ - способ продавливания, гидромеханический способ, горизонтальное бурение.
51. Закрытые способы производства земляных работ - щитовая проходка, микрощиты, установки наклонного (горизонтального) направленного бурения.
52. Производство буровых работ ударным и ударно-вращательным методами.
53. Производство буровых работ роторным, шнековым методами, колонковое бурение.
54. Материалы и оборудование для взрывных работ.
55. Способы взрывания с применением глубинных зарядов.
56. Способы взрывания с применением накладных зарядов (для разрушения объектов, рыхления мерзлых грунтов).
57. Охрана труда при производстве взрывных работ.
58. Способы предохранения грунтов от промерзания.
59. Способы рыхления мерзлых грунтов.
60. Способы оттаивания мерзлых грунтов.
61. Разработка мёрзлого грунта без предварительного рыхления (с использованием землеройной техники, с нарезкой блоков).

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1. Учебная программа по дисциплине

Белорусский национальный технический университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
Белорусского национального
технического университета

_____ А. Г. Баханович

_____ /уч.
Регистрационный № УД-_____ /уч.

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»**

2018 г.

Учебная программа составлена на основе типовой учебной программы «Технология строительного производства», утв. 03.01.2011г., рег. № ТД-7.075/тип.

СОСТАВИТЕЛИ:

В.В. Бозылев, доцент кафедры «Технология строительного производства» Белорусского национального технического университета, кандидат технических наук, доцент;

В.В. Шевко, доцент кафедры «Технология строительного производства» Белорусского национального технического университета, кандидат технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Технология строительного производства» Белорусского национального технического университета

(протокол № _____ от _____ 201__ г.)

Заведующий
кафедрой

_____ Д.Ю. Снежков

Методической комиссией строительного факультета Белорусского национального технического университета
(протокол № _____ от _____ 201__ г.)

Председатель методической

_____ А.И. Згировский
комиссии

Научно-методическим советом Белорусского национального технического университета (протокол № _____ секция №1 от _____ 201__ г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Технология строительного производства» разработана для специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство».

Целью изучения дисциплины является овладение студентами необходимыми знаниями технологии производства работ при возведении зданий и сооружений и умением решать практические задачи по обеспечению максимальной эффективности строительного производства и требуемого качества строительной продукции.

Основными задачами преподавания дисциплины является формирование у будущих инженеров умения использовать полученные знания по технологии строительного производства на практике при производственном планировании, производстве работ на строительной площадке и выполнении проектных и исследовательских работ.

Дисциплина «Технология строительного производства» является одной из основных специальных дисциплин, формирующих инженера-строителя, и базируется на знании инженерной геодезии, инженерной геологии, строительных материалов и конструкций, строительных машин, экономики строительства.

В результате изучения учебной дисциплины «Технология строительного производства», студент должен:

знать:

- способы и методы выполнения строительных процессов при возведении зданий и сооружений;
- технологию производства земляных, бетонных, каменных, монтажных, кровельных, отделочных и других видов строительных работ;
- условия эффективного использования машин, механизмов и технических средств при производстве строительных работ;
- технологию возведения зданий и сооружений различных конструктивных схем с использованием эффективных материалов и конструкций;

уметь:

- принимать на вариантной основе рациональные и эффективные технологические решения при выполнении строительно-монтажных работ различных видов;
- обеспечивать качество выполнения общестроительных работ и безопасные условия их выполнения;

владеть:

- разработкой проектов производства работ на объект или его часть, технологические карты трудовых процессов на различные виды строительных работ;
- методами расчета продолжительности технологических операций и процессов, расчета производительности технологического оборудования и производственных линий;

– методами выбора оптимальных технологических решений, компоновок производственных цехов и генпланов предприятий.

Освоение данной учебной дисциплины обеспечивает формирование следующих компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-6. Уметь работать в команде.

ПК-2. Взаимодействовать со специалистами смежных со строительством профилей.

ПК-3. Анализировать и оценивать результаты работы и полученные данные в области промышленного и гражданского строительства.

ПК-6. Определять объемы строительно-монтажных работ и потребность в материалах и оборудовании для решения производственных задач на основе правил, норм и технической документации.

ПК-7. Обеспечивать резерв материалов и конструкций, необходимых для выполнения плановых заданий строительного производства.

ПК-8. Организовывать мероприятия по обеспечению энергосбережения и соблюдения экологической безопасности при выполнении строительно-монтажных работ.

ПК-9. Обеспечивать производственное обучение исполнителей новым технологическим приемам и методам организации труда, правилам техники безопасности, пожарной и экологической безопасности.

ПК-11. Разрабатывать проекты организации строительства, проекты производства работ и технологические карты на отдельные виды работ.

ПК-13. Осуществлять оценку эффективности применения различных средств механизации при проектировании технологии и организации строительно-монтажных работ.

ПК-17. Осуществлять рационализаторскую и изобретательскую деятельность в области строительства в составе коллектива специалистов или самостоятельно.

ПК-19. Ставить задачи и обоснованно выбирать методы оптимизации производственных процессов при возведении зданий и сооружений.

ПК-20. Анализировать оперативную информацию о процессах производства работ на объекте и вырабатывать решения по их оптимизации.

ПК-21. Осуществлять операционный контроль качества выполнения строительно-монтажных работ в соответствии с проектной и нормативной документацией.

ПК-22. Формулировать и реализовывать мероприятия по повышению качества продукции, снижению затрат при выполнении строительных работ.

ПК-23. Контролировать соблюдение норм охраны труда и техники безопасности при производстве работ по возведению зданий и сооружений.

ПК-24. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по инновационным технологиям, проектам и решениям.

ПК-26. Работать с научной, технической, юридической литературой в области промышленного и гражданского строительства.

Согласно учебному плану для очной формы получения высшего образования на изучение учебной дисциплины отведено всего 287 ч., из них аудиторных - 136 часов. На курсовое проектирование отведено 120 ч. самостоятельной работы.

Согласно учебному плану для заочной формы получения высшего образования на изучение учебной дисциплины отведено всего 306 ч., из них аудиторных - 34 часа. На курсовое проектирование отведено 120 ч. самостоятельной работы.

Согласно учебному плану для заочной формы получения высшего образования, интегрированного со средним специальным образованием, на изучение учебной дисциплины отведено всего 156 ч., из них аудиторных - 16 часов. На курсовое проектирование отведено 60 ч. самостоятельной работы.

Распределение аудиторных часов по курсам, семестрам и видам занятий приведено в таблицах 1, 2 и 3.

Таблица 1.

Очная форма получения высшего образования (4 года)					
Курс	Семестр	Лекции, ч.	Лабораторные занятия, ч.	Практические занятия, ч.	Форма текущей аттестации
2	4	34	17	17	курсовой проект, экзамен
3	5	34	-	34	курсовой проект, экзамен

Таблица 2.

Заочная форма получения высшего образования (5 лет)					
Курс	Семестр	Лекции, ч.	Лабораторные занятия, ч.	Практические занятия, ч.	Форма текущей аттестации
3	5	10	2	6	курсовой проект, экзамен
3	6	12	-	4	курсовой проект, экзамен

Таблица 3.

Заочная форма получения высшего образования, интегрированного со средним специальным образованием (4 года)					
Курс	Семестр	Лекции, ч.	Лабораторные занятия, ч.	Практические занятия, ч.	Форма текущей аттестации
2	3	12	-	4	курсовой проект, экзамен

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение

Строительство как отрасль народного хозяйства республики. Развитие строительного производства. Строительная продукция и ее отличительные черты. Виды строительства: новое строительство, реконструкция, текущий и капитальный ремонт. Основные направления технического и технологического прогресса в строительной отрасли.

Характеристика дисциплины «Технология строительного производства», ее роль в подготовке инженера-строителя.

Тема 2. Основы технологии строительного производства

Строительные работы и процессы. Формы организации труда строительных рабочих. Техническое и тарифное нормирование. Технические нормативные правовые акты, регламентирующие строительство. Структура строительных норм и стандартов Республики Беларусь. Охрана труда в строительстве, пожарная безопасность. Охрана окружающей среды.

Индустриальные методы строительства. Полноборное и монолитное строительство и пути их развития. Применение прогрессивных материалов и конструкций. Комплексная механизация строительного-монтажных работ. Система управления качеством строительства.

Тема 3. Технологическое проектирование строительного производства

Организационно-технологическая подготовка строительного производства. Понятие об организационно-технологической надежности строительных процессов. Виды технологической документации.

Содержание проектов производства работ. Технологические карты, их назначение и содержание. Карты трудовых процессов.

Инженерная подготовка строительной площадки. Технические изыскания. Строительный генеральный план.

Тема 4. Транспортирование строительных грузов

Виды и классификация строительных грузов.

Виды и классификация рельсового и безрельсового транспорта. Основные требования к транспортным средствам.

Технологические особенности автотранспортных средств, применяемых в строительстве. Специализированные транспортные средства. Принципы организации работы автотранспорта. Погрузочно-разгрузочные работы, контейнеризация и пакетирование грузов, средства механизации погрузочно-разгрузочных работ.

Охрана труда при транспортировании строительных грузов и погрузочно-разгрузочных работах.

Тема 5. Технология производства земляных работ

Виды земляных сооружений. Общие понятия о свойствах грунтов. Состав подготовительных и вспомогательных процессов. Разбивка земляных сооружений на местности.

Водоотвод и водоотлив. Понижение уровня грунтовых вод.

Обеспечение устойчивости стенок котлованов и траншей в процессе их разработки. Искусственное закрепление грунтов. Определение объемов разрабатываемого грунта котлованов, выемок и насыпей линейно-протяженных сооружений. Определение объемов земляных работ при вертикальной планировке площадок, распределение грунта на основе баланса земляных масс.

Основные способы механизированной разработки грунта. Разработка грунта одноковшовыми экскаваторами с различным рабочим оборудованием. Проходки экскаватора и определение их параметров. Транспортирование грунта при возведении насыпей и выемок.

Разработка грунта многоковшовыми экскаваторами. Область применения многоковшовых экскаваторов.

Разработка грунта землеройно-транспортными машинами: бульдозерами, скреперами, грейдерами.

Методы укладки грунта в насыпи и основания.

Организация комплексных механизированных процессов при разработке котлованов, траншей и планировке площадок с транспортированием грунта и отсыпкой его в насыпи и отвалы.

Способы уплотнения грунтов. Контроль качества уплотнения грунтов.

Гидромеханическая разработка грунтов. Технология разработки грунтов гидромониторными и землесосными установками.

Производство буровых работ. Механические и физические способы бурения скважин. Охрана труда при производстве буровых работ.

Разработка грунтов взрывом. Материалы и оборудование для взрывных работ. Способы взрывания с применением накладных и глубинных зарядов. Охрана труда при производстве взрывных работ.

Закрытые способы производства земляных работ и область их применения.

Технология устройства вытрамбованных котлованов и траншей.

Технология разработки мерзлых грунтов. Способы предохранения грунтов от промерзания. Способы рыхления и оттаивания мерзлых грунтов.

Охрана труда при производстве земляных работ.

Тема 6. Технология производства бетонных и железобетонных работ

Бетон и железобетон в современном строительстве. Индустриализация монолитного строительства. Области эффективного применения монолитных конструкций. Особенности возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона. Технологическая структура бетонных и железобетонных работ.

Опалубочные работы. Назначение и виды опалубки. Требования к опалубочным системам. Типы опалубок и их конструктивные особенности: унифицированная разборно-переставная, блочная, блок-формы, скользящая, подъемно-переставная, объемно-переставная, катучая, несъемная. Передовой опыт применения различных видов опалубочных систем при возведении монолитных конструкций.

Назначение и виды арматуры и арматурных изделий. Арматурные работы. Армирование предварительно-напряженных железобетонных конструкций. Монтаж арматуры. Установка закладных деталей. Контроль качества арматурных работ. Охрана труда при производстве арматурных работ.

Бетонные работы. Виды бетонных смесей и основные требования к их качеству. Технологический процесс приготовления бетонных смесей. Добавки в бетонные смеси и область их рационального применения.

Транспортирование бетонных смесей. Выбор способов транспортирования бетонных смесей. Внутриплощадочное транспортирование бетонных смесей. Технологические особенности применения трубопроводного транспорта.

Распределение, укладка и уплотнение бетонной смеси при бетонировании различных конструкций. Устройство рабочих швов. Способы уплотнения бетонной смеси. Способы ускорения твердения бетона.

Технология бетонирования различных конструкций: массивов, фундаментов, колонн, балок, стен, плит перекрытия (покрытия), арок и сводов.

Литьевая технология бетонирования конструкций.

Выдерживание бетона и уход за ним. Распалубливание.

Технология возведения зданий из монолитного железобетона с применением индустриальных опалубочных систем (крупнощитовой, скользящей и объемно-переставной опалубки). Выбор средств механизации при возведении монолитных зданий и сооружений.

Возведение сборно-монолитных каркасных зданий.

Технология возведения высотных зданий и сооружений из монолитного железобетона.

Специальные методы бетонирования конструкций: метод отдельного бетонирования и торкретирование. Бетонирование под водой. Бетонирование заглубленных в грунт сооружений.

Производство бетонных и железобетонных работ в зимних условиях. Особенности транспортирования и укладки бетонных смесей при

отрицательных температурах. Методы выдерживания бетона в зимних условиях. Применение бетонов с противоморозными добавками.

Контроль качества бетонных работ. Методы контроля качества бетона в конструкциях. Устранение дефектов бетонирования. Охрана труда при производстве бетонных работ.

Тема 7. Монтаж строительных конструкций

Технологическая и организационная структура комплексного процесса монтажа строительных конструкций. Методика оценки монтажной технологичности сборных конструкций. Транспортирование и складирование конструкций. Подготовительные работы к монтажу: укрупнительная сборка, временное усиление конструкций, обустройство, подготовка монтажных стыков.

Выбор грузозахватных устройств. Приспособления для временного закрепления и выверки конструкций. Строповка строительных конструкций, определение мест строповки. Принципы расчета стропов.

Выбор комплектов механизмов для производства монтажных работ. Определение грузысотных характеристик кранов для монтажа отдельных видов конструкций. Методы монтажа в зависимости от степени укрупнения монтажных элементов и способа приведения конструкции в проектное положение.

Организация монтажного процесса.

Монтаж одноэтажных и многоэтажных зданий с железобетонным каркасом.

Монтаж бескаркасных крупнопанельных и каркасно-панельных зданий.

Монтаж зданий, возводимых методом подъема готовых перекрытий и этажей.

Монтаж зданий с покрытиями из железобетонных цилиндрических оболочек и оболочек двойной кривизны, с вантавыми, купольными и большепролетными балочными покрытиями.

Технология замоноличивания и герметизации стыков и швов сборных конструкций зданий. Сварка закладных деталей.

Особенности монтажа металлических конструкций. Монтаж каркасов одноэтажных и многоэтажных зданий с применением металлических конструкций. Конвейерный и крупноблочный монтаж конструкций покрытий промышленных зданий. Монтаж рам, арок.

Монтаж металлических пространственных конструкций (блоки покрытия, структуры). Монтаж сооружений из листовой стали.

Монтаж конструкций высотных инженерных сооружений (методы наращивания, подращивания, поворота).

Технология монтажа легкого стенового ограждения (из панелей типа «Сэндвич»).

Технология выполнения сварных и болтовых соединений, кровельных элементов металлических конструкций.

Монтаж каркасно-щитовых и панельных зданий из древесины. Монтаж большепролетных деревянных конструкций (арок, рам, большепролетных ферм).

Технология возведения мансардных этажей.

Монтаж мягких оболочек: воздухоопорных, пневмокаркасных и тентовых конструкций.

Особенности монтажа сборных зданий и сооружений при отрицательных температурах.

Контроль качества монтажных работ, охрана труда при производстве монтажных работ.

Тема 8. Технология свайных работ и возведения свайных сооружений

Назначение свайных работ и виды свай. Технология погружения свай заводского изготовления. Устройство шпунтовых ограждений. Технологические расчеты. Основные способы снижения энергозатрат при погружении свай.

Технология устройства набивных свай.

Комплексная механизация при производстве свайных работ. Устройство ростерков. Устройство свайных оснований в зимнее время.

Контроль качества и приемка свайных фундаментов. Охрана труда при производстве свайных работ.

Способы возведения подземных сооружений: открытый, «стена в грунте», опускной. Машины, оборудование и материалы, используемые в процессе выполнения работ.

Контроль качества работ. Охрана труда при устройстве заглубленных в грунт сооружений.

Тема 9. Технология производства каменных работ

Виды каменных кладок. Материалы для производства каменных работ. Правила разрезки каменной кладки и системы перевязки швов. Производство каменной кладки из кирпича и мелкоштучных камней. Организация труда каменщиков и их рабочего места. Подмости, леса, инструменты и приспособления для каменной кладки. Транспортирование, складирование и подача материалов на рабочее место каменщиков. Приемы укладки камней в массив кладки.

Кладка стен из кирпича и камней правильной формы с одновременной их облицовкой.

Многослойная кирпичная кладка наружных стен зданий.

Технология кирпичной кладки многоэтажных зданий в комплексе с монтажом сборных конструкций. Особенности кладки из легкобетонных камней.

Технология возведения каменных конструкций из природных камней. Бутовая и бутобетонная кладка.

Возведение каменных конструкций в зимних условиях.

Контроль качества каменных работ. Охрана труда при производстве каменных работ.

Тема 10. Технология производства изоляционных и кровельных работ

Гидроизоляционные работы. Классификация гидроизоляции по виду материала и способу устройства. Окрасочная, оклеечная, штукатурная, литая, листовая гидроизоляция; сухое и мокрое торкретирование. Подготовка разных поверхностей под гидроизоляцию. Технология выполнения гидроизоляционных покрытий.

Производство гидроизоляционных работ в зимних условиях.

Теплоизоляционные работы. Виды теплоизоляции. Устройство теплоизоляционных покрытий на горизонтальных и вертикальных поверхностях. Устройство теплоизоляционных покрытий ограждающих конструкций жилых зданий («термошуба», «термоэкрэн» и др.). Производство теплоизоляционных работ в зимних условиях.

Антикоррозионная защита элементов строительных конструкций. Виды антикоррозионных покрытий и способы их нанесения.

Устройство звукоизоляции.

Повышение огнестойкости стальных конструкций.

Биологическая и огневая защита деревянных конструкций зданий и сооружений.

Требования к качеству изоляционных, противокоррозионных и другим видам защиты конструкций. Охрана труда при производстве работ по устройству защитных покрытий.

Кровельные работы. Назначение, конструктивные решения и виды кровель. Применяемые материалы. Технологические процессы устройства кровель.

Устройство кровель из рулонных материалов.

Устройство мастичных кровель.

Устройство кровель из асбестоцементных волнистых листов.

Устройство кровель из металлических листов (профнастила, металлочерепицы, волнистых и профилированных металлических листов, листовой стали и меди).

Устройство кровли из мелкоштучных материалов (черепицы, асбестоцементных плоских плит, битумно-полимерных плит).

Комплексная механизация работ при устройстве кровель.

Производство кровельных работ в зимних условиях. Контроль качества кровельных работ. Охрана труда при производстве кровельных работ.

Тема 11. Технология производства отделочных работ

Назначение и виды отделочных работ.

Стекольные работы. Технология остекления оконных проемов, витрин, витражей. Устройство светопрозрачных ограждающих элементов зданий. Особенности производства стекольных работ в зимних условиях. Охрана труда при производстве стекольных работ.

Штукатурные работы. Виды штукатурки и применяемые материалы. Технология оштукатуривания поверхностей обычными растворами. Особенности технологии производства работ при устройстве декоративной и специальной штукатурки.

Комплексная механизация штукатурных работ. Производство штукатурных работ в зимних условиях. Контроль качества штукатурки. Охрана труда при производстве штукатурных работ.

Облицовочные работы. Назначение и виды облицовки. Материалы для облицовочных работ. Облицовка поверхностей природными каменными материалами. Облицовка поверхностей керамическими и полимерными плитками.

Технология облицовки поверхностей листовыми материалами: гипсокартоном, древесноволокнистыми и древесностружечными плитами, полимерными листовыми материалами. Облицовка поверхностей погонажными изделиями (панели ПВХ, МДФ и т.п.). Особенности производства работ при наружной облицовке зданий.

Устройство подвесных и натяжных потолков.

Производство облицовочных работ в зимнее время.

Контроль качества облицовки. Охрана труда при производстве облицовочных работ.

Малярные работы. Назначение и виды окрасочных покрытий. Состав работ при различных видах окраски. Окрасочные составы для малярных работ. Подготовка поверхностей под окраску. Способы нанесения окрасочных составов при различных видах окраски. Отделка окрашенных поверхностей. Комплексная механизация малярных работ. Производство малярных работ в зимних условиях. Контроль качества. Охрана труда при производстве малярных работ.

Обойные работы. Отделка поверхностей рулонными отделочными материалами. Состав работ, материалы, подготовка материалов и поверхностей. Оклеивка поверхностей простыми, тисненными и моющимися обоями, синтетическими пленками. Отделка стен жидкими и стекловолокнистыми обоями. Контроль качества отделки поверхностей рулонными материалами.

Технология устройства полов. Виды полов и предъявляемые к ним требования. Материалы для устройства полов. Подготовка оснований под полы. Устройство полов из штучных материалов: дощатых, паркетных, ламината, древесностружечных плит, керамических и мозаичных плит и

плиток, брусчатки и других штучных материалов. Устройство полов из природных каменных материалов.

Технология устройства полов из рулонных материалов (линолеума, ковровина).

Устройство монолитных полов: бетонных, асфальтовых, мозаичных, полимерцементных, ксилитовых и др.

Устройство теплых полов с применением греющего провода, системы водяного отопления.

Контроль качества. Охрана труда при производстве работ по устройству полов.

Тема 12. Заключение

Перспективные направления совершенствования технологии производства строительно-монтажных работ, обусловленные новыми конструктивными решениями зданий и сооружений, внедрением новых строительных материалов и конструкций.

Развитие нормативной базы строительства (ТКП, СТБ и т.д.), как одного из факторов повышения эффективности строительного производства.

Основные направления научных исследований в области строительства, внедрение энергосберегающих технологий.

ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

Цель курсового проекта – систематизация, закрепление и углубление полученных знаний, приобретение навыков самостоятельной работы студентов по проектированию строительных процессов, технологической последовательности их выполнения при решении конкретных инженерных задач в строительстве.

Курсовой проект включает в себя пояснительную записку с необходимыми расчетами, схемами, чертежами и таблицами в объеме 30-35 страниц на листе формата А4 и один лист графического материала формата А1.

В соответствии с учебными планами на курсовое проектирование отведено всего от 60 до 120 ч самостоятельной работы.

Темы курсовых проектов и распределение по семестрам приведено в таблицах 4, 5 и 6.

Таблица 4.

Семестр	Тема курсового проекта (очная форма обучения)
4-й	<p><u>«Производство земляных работ и устройство монолитных фундаментов» (60 ч)</u></p> <p>Разработать технологию производства земляных работ по отрывке котлована или траншеи и устройства монолитных фундаментов.</p>
5-й	<p><u>«Монтаж строительных конструкций» (60 ч)</u></p> <p>Разработать технологию монтажа несущих и ограждающих конструкций многоэтажного и одноэтажного здания, представляющих собой единый строительный объект. Каркас многоэтажного здания запроектирован из сборных железобетонных конструкций, а одноэтажного здания – из стальных конструкций.</p>

Таблица 5.

Семестр	Тема курсового проекта (заочная форма обучения)
5-й	<p><u>«Производство земляных работ и устройство монолитных фундаментов» (60 ч)</u></p> <p>Разработать технологию производства земляных работ по отрывке котлована или траншеи и устройства монолитных фундаментов.</p>
6-й	<p><u>«Монтаж строительных конструкций» (60 ч)</u></p> <p>Разработать технологию монтажа несущих и ограждающих конструкций многоэтажного и одноэтажного здания, представляющих собой единый строительный объект. Каркас многоэтажного здания запроектирован из сборных железобетонных конструкций, а одноэтажного здания – из стальных конструкций.</p>

Таблица 6.

Семестр	Тема курсового проекта (заочная форма обучения, интегрированного со средним специальным образованием)
3-й	<p><u>«Монтаж строительных конструкций» (60 ч)</u></p> <p>Разработать технологию монтажа несущих и ограждающих конструкций многоэтажного и одноэтажного здания, представляющих собой единый строительный объект. Каркас многоэтажного здания запроектирован из сборных железобетонных конструкций, а одноэтажного здания – из стальных конструкций.</p>

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
очная форма получения высшего образования

Номер темы	Название темы	Количество аудиторных часов			Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6	7
	4 семестр					
1.	Введение (1 ч)	1				
	Строительство как отрасль народного хозяйства республики. Развитие строительного производства. Строительная продукция и ее отличительные черты. Виды строительства: новое строительство, реконструкция, текущий и капитальный ремонт. Направления технического и технологического прогресса в строительной отрасли. Характеристика дисциплины «Технология строительного производства», ее роль в подготовке инженера-строителя.	1				
2.	Основы технологии строительного производства (1 ч)	1				
	Строительные работы и процессы. Формы организации труда строительных рабочих. Техническое и тарифное нормирование. Технические нормативные правовые акты, регламентирующие строительство. Структура строительных норм и стандартов Республики Беларусь. Охрана труда в строительстве, пожарная безопасность. Охрана окружающей среды. Индустриальные методы строительства. Полносборное и монолитное строительство и пути их развития. Применение прогрессивных материалов и конструкций. Комплексная механизация строительного-монтажных работ. Система управления качеством строительства.	1				

1	2	3	4	5	6	7
3.	Технологическое проектирование строительного производства (1 ч)	1				
	Организационно-технологическая подготовка строительного производства. Понятие об организационно-технологической надежности строительных процессов. Виды технологической документации. Содержание проектов производства работ. Технологические карты, их назначение и содержание. Карты трудовых процессов. Инженерная подготовка строительной площадки. Технические изыскания. Строительный генеральный план.	1				
4.	Транспортирование строительных грузов (1 ч)	1				
	Виды и классификация строительных грузов. Виды и классификация рельсового и безрельсового транспорта. Основные требования к транспортным средствам. Технологические особенности автотранспортных средств, применяемых в строительстве. Специализированные транспортные средства. Принципы организации работы автотранспорта. Погрузочно-разгрузочные работы, контейнеризация и пакетирование грузов, средства механизации погрузочно-разгрузочных работ.	1				
5.	Технология производства земляных работ (24 ч)	12	8	4		
	Виды земляных сооружений. Общие понятия о свойствах грунтов. Состав подготовительных и вспомогательных процессов. Разбивка земляных сооружений на местности. Водоотвод и водоотлив. Понижение уровня грунтовых вод.	2				
	Обеспечение устойчивости стенок котлованов и траншей в процессе их разработки. Искусственное закрепление грунтов. Определение объемов разрабатываемого грунта котлованов, выемок и насыпей линейно-протяженных сооружений. Определение объемов земляных работ при вертикальной планировке площадок, распределение грунта на основе баланса земляных масс.	2				
	Определение объемов земляных работ и выбор рациональных схем разработки котлованов и траншей.		2			Контрольная работа

1	2	3	4	5	6	7
	Основные способы механизированной разработки грунта. Разработка грунта одноковшовыми экскаваторами с различным рабочим оборудованием. Проходки экскаватора и определение их параметров. Транспортирование грунта при возведении насыпей и выемок.	2				
	Расчет параметров и выбор землеройных машин для разработки котлованов и траншей.		2			Контрольная работа
	Определение необходимого количества транспортных средств для перевозки грунта. Разработка графика движения автосамосвалов.		2			Контрольная работа
	Разработка грунта многоковшовыми экскаваторами. Область применения многоковшовых экскаваторов. Разработка грунта землеройно-транспортными машинами: бульдозерами, скреперами, грейдерами.	2				
	Определение трудоемкости работ на разработку земляных работ при отрывке выемок.		2			Контрольная работа
	Понятие о коэффициенте уплотнения грунта при производстве земляных работ. Влияние влажности на изменение коэффициента уплотнения грунта. Инструментальный контроль коэффициента уплотнения для различных видов грунтов.			4		Защита лабораторной работы
	Методы укладки грунта в насыпи и основания. Организация комплексных механизированных процессов при разработке котлованов, траншей и планировке площадок с транспортированием грунта и отсыпкой его в насыпи и отвалы. Способы уплотнения грунтов. Контроль качества уплотнения грунтов. Гидромеханическая разработка грунтов. Технология разработки грунтов гидромониторными и землесосными установками. Производство буровых работ. Механические и физические способы бурения скважин. Охрана труда при производстве буровых работ.	2				
	Курсовой проект «Производство земляных работ и устройство монолитных фундаментов»					Защита курсового проекта

1	2	3	4	5	6	7
	<p>Разработка грунтов взрывом. Материалы и оборудование для взрывных работ. Способы взрывания с применением накладных и глубинных зарядов. Охрана труда при производстве взрывных работ.</p> <p>Закрытые способы производства земляных работ и область их применения. Технология устройства вытрамбованных котлованов и траншей.</p> <p>Технология разработки мерзлых грунтов. Способы предохранения грунтов от промерзания. Способы рыхления и оттаивания мерзлых грунтов.</p> <p>Охрана труда при производстве земляных работ.</p>	2				
6.	Технология производства бетонных и железобетонных работ (30 ч)	12	6	12		
	<p>Бетон и железобетон в современном строительстве. Индустриализация монолитного строительства. Области эффективного применения монолитных конструкций. Особенности возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона. Технологическая структура бетонных и железобетонных работ.</p> <p>Опалубочные работы. Назначение и виды опалубки. Требования к опалубочным системам. Типы опалубок и их конструктивные особенности: унифицированная разборно-переставная, блочная, блок-формы, скользящая, подъемно-переставная, объемно-переставная, катучая, несъемная. Передовой опыт применения различных видов опалубочных систем при возведении монолитных конструкций.</p>	2				
	Определение объемов и трудоемкости опалубочных, арматурных и бетонных работ.		2			Контрольная работа
	<p>Назначение и виды арматуры и арматурных изделий. Арматурные работы. Армирование предварительно-напряженных железобетонных конструкций. Монтаж арматуры. Установка закладных деталей. Контроль качества арматурных работ. Охрана труда при производстве арматурных работ.</p> <p>Бетонные работы. Виды бетонных смесей и основные требования к их качеству. Технологический процесс приготовления бетонных смесей. Добавки в бетонные смеси и область их рационального применения.</p>	2				
	Транспортирование бетонных смесей. Выбор способов транспортирования бетонных смесей. Внутриплощадочное транспортирование бетонных смесей. Технологические особенности применения трубопроводного	1				

1	2	3	4	5	6	7
	транспорта. Распределение, укладка и уплотнение бетонной смеси при бетонировании различных конструкций. Устройство рабочих швов. Способы уплотнения бетонной смеси. Способы ускорения твердения бетона.					
	Технология бетонирования различных конструкций: массивов, фундаментов, колонн, балок, стен, плит перекрытия (покрытия), арок и сводов. Литьевая технология бетонирования конструкций. Выдерживание бетона и уход за ним. Распалубливание.	1				
	Выбор опалубки и расчет параметров режима выдерживания бетона монолитных конструкций методом «термоса» в зимних условиях.		4			Контрольная работа
	Технология возведения зданий из монолитного железобетона с применением промышленных опалубочных систем (крупнощитовой, скользящей и объемно-переставной опалубки). Выбор средств механизации при возведении монолитных зданий и сооружений. Возведение сборно-монолитных каркасных зданий. Технология возведения высотных зданий и сооружений из монолитного железобетона.	2				
	Специальные методы бетонирования конструкций: метод отдельного бетонирования и торкретирование. Бетонирование под водой. Бетонирование заглубленных в грунт сооружений.	2				
	Производство бетонных и железобетонных работ в зимних условиях. Особенности транспортирования и укладки бетонных смесей при отрицательных температурах. Методы выдерживания бетона в зимних условиях. Применение бетонов с противоморозными добавками. Контроль качества бетонных работ. Методы контроля качества бетона в конструкциях. Устранение дефектов бетонирования. Охрана труда при производстве бетонных работ.	2				
	Монтаж строительных конструкций. Основные понятия и принципы монтажа. Инструментальный контроль монтажа в процессе СМР с помощью геодезических приборов. Понятие об исполнительной схеме монтажа и журналах ведения работ.			4		Защита лабораторной работы

1	2	3	4	5	6	7
	Кладка из камней правильной формы. Номенклатура камней, кирпича и блоков. Система перевязки швов, понятие о звене, делянке, захватке. Конструктивные решения стен из кирпича (сплошная, армированная и облегченная кладки). Кладка стен, углов, пересечений и примыканий.			6		Защита лабораторной работы
	Контроль качества каменной кладки измерительными методами (нивелиром и теодолитом). Методика приемки каменных конструкций.			3		Защита лабораторной работы
7.	Технология свайных работ и возведения свайных сооружений (9 ч)	6	3			
	Назначение свайных работ и виды свай. Технология погружения свай заводского изготовления. Устройство шпунтовых ограждений. Технологические расчеты. Основные способы снижения энергозатрат при погружении свай.	2				
	Определение объемов свайных работ и выбор сваебойного оборудования для погружения свай в грунт.		2			Контрольная работа
	Технология устройства набивных свай. Комплексная механизация при производстве свайных работ. Устройство ростверков. Устройство свайных оснований в зимнее время. Контроль качества и приемка свайных фундаментов. Охрана труда при производстве свайных работ.	2				
	Способы возведения подземных сооружений: открытый, «стена в грунте», опускной. Машины, оборудование и материалы, используемые в процессе выполнения работ. Контроль качества работ. Охрана труда при устройстве заглубленных в грунт сооружений.	2				
	Разработка основных положений технологической карты на устройство свайных фундаментов.		1			Контрольный опрос
	Итого за семестр	34	17	17		Экзамен

1	2	3	4	5	6	7
	5 семестр					
8.	Монтаж строительных конструкций (38 ч)	16	22			
	Технологическая и организационная структура комплексного процесса монтажа строительных конструкций. Методика оценки монтажной технологичности сборных конструкций. Транспортирование и складирование конструкций. Подготовительные работы к монтажу: укрупнительная сборка, временное усиление конструкций, обустройство, подготовка монтажных стыков.	2				
	Выбор грузозахватных устройств. Приспособления для временного закрепления и выверки конструкций. Строповка строительных конструкций, определение мест строповки. Принципы расчета стропов. Выбор комплектов механизмов для производства монтажных работ. Определение грузовысотных характеристик кранов для монтажа отдельных видов конструкций. Методы монтажа в зависимости от степени укрупнения монтажных элементов и способа приведения конструкции в проектное положение.	2				
	Выбор метода монтажа, его графическое изображение.		2			Контрольная работа
	Определение объемов монтажных работ и сопутствующих монтажу работ при возведении многоэтажных и одноэтажных зданий.		4			Контрольная работа
	Расчет и выбор грузозахватных устройств для подъема строительных конструкций.		2			Контрольная работа
	Определение грузовысотных характеристик монтажных кранов для возведения многоэтажных и одноэтажных зданий.		4			Контрольная работа
	Организация монтажного процесса. Монтаж одноэтажных и многоэтажных зданий с железобетонным каркасом.	2				
	Определение трудоемкости работ при монтаже.		2			Контрольная работа
	Курсовой проект «Монтаж строительных конструкций»					Защита курсового проекта
	Определение продолжительности работ и разработка графика выполнения работ при монтаже.		4			Контрольная работа

1	2	3	4	5	6	7
	Монтаж бескаркасных крупнопанельных и каркасно-панельных зданий. Монтаж зданий, возводимых методом подъема готовых перекрытий и этажей.	2				
	Монтаж зданий с покрытиями из железобетонных цилиндрических оболочек и оболочек двойной кривизны, с вантовыми, купольными и большепролетными балочными покрытиями. Технология замоноличивания и герметизации стыков и швов сборных конструкций зданий. Сварка закладных деталей.	2				
	Особенности монтажа металлических конструкций. Монтаж каркасов одноэтажных и многоэтажных зданий с применением металлических конструкций. Конвейерный и крупноблочный монтаж конструкций покрытий промышленных зданий.	2				
	Монтаж металлических пространственных конструкций. Монтаж сооружений из листовой стали. Монтаж конструкций высотных инженерных сооружений. Технология монтажа легкого стенового ограждения (из панелей типа «Сэндвич»).	2				
	Технология выполнения сварных и болтовых соединений элементов металлических конструкций.					
	Разработка основных положений технологической карты на монтаж конструкций.		4			Контрольная работа
	Монтаж каркасно-щитовых и панельных зданий из древесины. Монтаж большепролетных деревянных конструкций. Технология возведения мансардных этажей. Монтаж мягких оболочек: воздухоопорных, пневмокаркасных и тентовых конструкций. Особенности монтажа сборных зданий и сооружений при отрицательных температурах. Контроль качества монтажных работ, охрана труда при производстве монтажных работ.	2				
9.	Технология производства каменных работ (10 ч)	6	4			

1	2	3	4	5	6	7
	Виды каменных кладок. Материалы для производства каменных работ. Правила разрезки каменной кладки и системы перевязки швов. Производство каменной кладки из кирпича и мелкоштучных камней.	2				
	Организация труда каменщиков и их рабочего места. Подмости, леса, инструменты и приспособления для каменной кладки. Транспортирование, складирование и подача материалов на рабочее место каменщиков. Приемы укладки камней в массив кладки. Кладка стен из кирпича и камней правильной формы с одновременной их облицовкой.	2				
	Определение объемов каменных работ. Организация рабочего места каменщиков. Выбор инструмента, приспособлений и инвентаря для производства каменных работ.		2			Контрольная работа
	Многослойная кирпичная кладка наружных стен зданий. Технология кирпичной кладки многоэтажных зданий в комплексе с монтажом сборных конструкций. Особенности кладки из легкобетонных камней. Технология возведения каменных конструкций из природных камней. Бутовая и бутобетонная кладка. Возведение каменных конструкций в зимних условиях. Контроль качества каменных работ. Охрана труда при производстве каменных работ.	2				
	Разработка основных положений технологической карты на производство каменных работ.		2			Контрольный опрос
10.	Технология производства изоляционных и кровельных работ (10 ч)	6	4			
	Гидроизоляционные работы. Классификация гидроизоляции по виду материала и способу устройства. Окрасочная, оклеечная, штукатурная, литая, листовая гидроизоляция; сухое и мокрое торкретирование. Подготовка разных поверхностей под гидроизоляцию. Технология выполнения гидроизоляционных покрытий. Производство гидроизоляционных работ в зимних условиях.	1				
	Теплоизоляционные работы. Виды теплоизоляции. Устройство теплоизоляционных покрытий на горизонтальных и вертикальных поверхностях. Устройство теплоизоляционных покрытий ограждающих конструкций жилых	1				

1	2	3	4	5	6	7
	зданий («термошуба», «термоэкрэн» и др.). Производство теплоизоляционных работ в зимних условиях. Антикоррозионная защита элементов строительных конструкций. Виды антикоррозионных покрытий и способы их нанесения. Устройство звукоизоляции. Повышение огнестойкости стальных конструкций. Биологическая и огневая защита деревянных конструкций зданий и сооружений. Требования к качеству изоляционных, противокоррозионных и другим видам защиты конструкций. Охрана труда при производстве работ по устройству защитных покрытий.					
	Кровельные работы. Назначение, конструктивные решения и виды кровель. Применяемые материалы. Технологические процессы устройства кровель. Устройство кровель из рулонных материалов. Устройство мастичных кровель.	2				
	Структурно-технологическая модель устройства кровель. Технологическая последовательность их выполнения.		4			Контрольная работа
	Устройство кровель из асбестоцементных волнистых листов. Устройство кровель из металлических листов (профнастила, металлочерепицы, волнистых и профилированных металлических листов, листовой стали и меди). Устройство кровли из мелкоштучных материалов (черепицы, асбестоцементных плоских плит, битумно-полимерных плит). Комплексная механизация работ при устройстве кровель. Производство кровельных работ в зимних условиях. Контроль качества кровельных работ. Охрана труда при производстве кровельных работ.	2				
11.	Технология производства отделочных работ (9 ч)	5	4			
	Назначение и виды отделочных работ. Стекольные работы. Технология остекления оконных проемов, витрин, витражей. Устройство светопрозрачных ограждающих элементов зданий. Особенности производства стекольных работ в зимних условиях. Охрана труда при производстве стекольных работ. Штукатурные работы. Виды штукатурки и применяемые материалы.	1				

1	2	3	4	5	6	7
	<p>Технология оштукатуривания поверхностей обычными растворами. Особенности технологии производства работ при устройстве декоративной и специальной штукатурки.</p> <p>Комплексная механизация штукатурных работ. Производство штукатурных работ в зимних условиях. Контроль качества штукатурки. Охрана труда при производстве штукатурных работ.</p>					
	<p>Облицовочные работы. Назначение и виды облицовки. Материалы для облицовочных работ. Облицовка поверхностей природными каменными материалами. Облицовка поверхностей керамическими и полимерными плитками.</p> <p>Технология облицовки поверхностей листовыми материалами: гипсокартонном, древесноволокнистыми и древесностружечными плитами, полимерными листовыми материалами. Облицовка поверхностей погонажными изделиями изделиями (панели ПВХ, МДФ и т.п.). Особенности производства работ при наружной облицовке зданий.</p> <p>Устройство подвесных и натяжных потолков.</p> <p>Производство облицовочных работ в зимнее время.</p> <p>Контроль качества облицовки. Охрана труда при производстве облицовочных работ.</p>	1				
	<p>Малярные работы. Назначение и виды окрасочных покрытий. Состав работ при различных видах окраски. Окрасочные составы для малярных работ. Подготовка поверхностей под окраску. Способы нанесения окрасочных составов при различных видах окраски. Отделка окрашенных поверхностей. Комплексная механизация малярных работ. Производство малярных работ в зимних условиях. Контроль качества. Охрана труда при производстве малярных работ.</p> <p>Обойные работы. Отделка поверхностей рулонными отделочными материалами. Состав работ, материалы, подготовка материалов и поверхностей. Оклеивка поверхностей простыми, тиснеными и моющимися обоями, синтетическими пленками. Отделка стен жидкими и стекловолокнистыми обоями. Контроль качества отделки поверхностей рулонными материалами.</p>	1				
	<p>Разработка основных положений технологической карты на утепление и устройство вентилируемых фасадов.</p>		2			Контрольная работа

1	2	3	4	5	6	7
	Технология устройства полов. Виды полов и предъявляемые к ним требования. Материалы для устройства полов. Подготовка оснований под полы. Устройство полов из штучных материалов: дощатых, паркетных, ламината, древесностружечных плит, керамических и мозаичных плит и плиток, брусчатка и других штучных материалов. Устройство полов из природных каменных материалов.	1				
	Технология устройства полов из рулонных материалов. Устройство монолитных полов: бетонных, асфальтовых, мозаичных, полимерцементных, ксилитовых и др. Устройство теплых полов с применением греющего провода, системы водяного отопления. Контроль качества. Охрана труда при производстве работ по устройству полов.	1				
	Структурно-технологическая модель производства отделочных работ. Технологическая последовательность их выполнения.		2			Контрольная работа
12.	Заключение (1 ч)	1				
	Перспективные направления совершенствования технологии производства строительно-монтажных работ, обусловленные новыми конструктивными решениями зданий и сооружений, внедрением новых строительных материалов и конструкций. Развитие нормативной базы строительства (ТКП, СТБ и т.д.), как одного из факторов повышения эффективности строительного производства. Основные направления научных исследований в области строительства, внедрение энергосберегающих технологий.	1				
	Итого за семестр	34	34			экзамен
	Всего аудиторных часов	136				

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
заочная форма получения высшего образования¹

Номер темы	Название темы	Количество аудиторных часов			Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6	7
	5 семестр					
3.	Технологическое проектирование строительного производства (2 ч)	2				
	Организационно-технологическая подготовка строительного производства. Понятие об организационно-технологической надежности строительных процессов. Виды технологической документации. Содержание проектов производства работ. Технологические карты, их назначение и содержание. Карты трудовых процессов. Инженерная подготовка строительной площадки. Технические изыскания. Строительный генеральный план.	2				
5.	Технология производства земляных работ (10 ч)	4	6			
	Виды земляных сооружений. Общие понятия о свойствах грунтов. Состав подготовительных и вспомогательных процессов. Разбивка земляных сооружений на местности. Обеспечение устойчивости стенок котлованов и траншей в процессе их разработки. Основные способы механизированной разработки грунта. Разработка грунта одноковшовыми экскаваторами с различным рабочим оборудованием. Проходки экскаватора и определение их параметров. Транспортирование грунта	2				

¹ Темы учебного материала, не указанные в Учебно-методической карте, отводятся на самостоятельное изучение студента.

1	2	3	4	5	6	7
	при возведении насыпей и выемок.					
	Разработка грунта землеройно-транспортными машинами: бульдозерами, скреперами, грейдерами. Методы укладки грунта в насыпи и основания. Организация комплексных механизированных процессов при разработке котлованов, траншей и планировке площадок с транспортированием грунта и отсыпкой его в насыпи и отвалы. Способы уплотнения грунтов. Контроль качества уплотнения грунтов. Технология разработки мерзлых грунтов. Способы предохранения грунтов от промерзания. Способы рыхления и оттаивания мерзлых грунтов. Охрана труда при производстве земляных работ.	2				
	Выбор механизмов для вертикальной планировки площадки и разработка схем движения землеройных и землеройно-транспортных машин.		2			Контрольная работа
	Расчет параметров и выбор землеройных машин для разработки котлованов и траншей.		2			Контрольная работа
	Определение необходимого количества транспортных средств для перевозки грунта. Разработка графика движения автосамосвалов.		2			Контрольная работа
7.	Технология производства каменных работ (4 ч)	2		2		
	Виды каменных кладок. Материалы для производства каменных работ. Правила резки каменной кладки и системы перевязки швов. Производство каменной кладки из кирпича и мелкоштучных камней. Организация труда каменщиков и их рабочего места. Подмости, леса, инструменты и приспособления для каменной кладки. Транспортирование, складирование и подача материалов на рабочее место каменщиков. Приемы укладки камней в массив кладки. Технология кирпичной кладки многоэтажных зданий в комплексе с монтажом сборных конструкций. Особенности кладки из легкобетонных камней.	2				
	Контроль качества каменной кладки измерительными методами (нивелиром и теодолитом). Методика приемки каменных конструкций.			2		Защита лабораторной работы
8.	Технология производства бетонных и железобетонных работ (2 ч)	2				

1	2	3	4	5	6	7
	Особенности возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона. Технологическая структура бетонных и железобетонных работ. Опалубочные работы. Назначение и виды опалубки. Требования к опалубочным системам. Типы опалубок и их конструктивные особенности. Распределение, укладка и уплотнение бетонной смеси при бетонировании различных конструкций. Устройство рабочих швов. Способы уплотнения бетонной смеси. Способы ускорения твердения бетона. Технология бетонирования различных конструкций: массивов, фундаментов, колонн, балок, стен, плит перекрытия (покрытия), арок и сводов.	2				
	Курсовой проект «Производство земляных работ и устройство монолитных фундаментов»					Защита курсового проекта
	Итого за семестр	10	6	2		экзамен
	6 семестр					
9.	Монтаж строительных конструкций (10 ч)	6	4			
	Технологическая и организационная структура комплексного процесса монтажа строительных конструкций. Методика оценки монтажной технологичности сборных конструкций. Транспортирование и складирование конструкций. Выбор комплектов механизмов для производства монтажных работ. Определение грузовысотных характеристик кранов для монтажа отдельных видов конструкций.	2				
	Монтаж одноэтажных и многоэтажных зданий с железобетонным каркасом. Монтаж бескаркасных крупнопанельных и каркасно-панельных зданий. Монтаж зданий, возводимых методом подъема готовых перекрытий и этажей. Монтаж зданий с покрытиями из железобетонных цилиндрических оболочек и оболочек двойной кривизны, с вантовыми, купольными и большепролетными балочными покрытиями. Технология замоноличивания и герметизации стыков и швов сборных конструкций зданий. Сварка закладных деталей.	2				

1	2	3	4	5	6	7
	Особенности монтажа металлических конструкций. Монтаж каркасов одноэтажных и многоэтажных зданий с применением металлических конструкций. Монтаж каркасно-щитовых и панельных зданий из древесины.	2				
	Определение грузовысотных характеристик монтажных кранов для возведения многоэтажных и одноэтажных зданий.		2			Контрольная работа
	Определение продолжительности работ и разработка графика выполнения работ при монтаже.		2			Контрольная работа
10.	Технология производства изоляционных и кровельных работ (2 ч)	2				
	Гидроизоляционные работы. Классификация гидроизоляции по виду материала и способу устройства. Теплоизоляционные работы. Виды теплоизоляции. Устройство теплоизоляционных покрытий на горизонтальных и вертикальных поверхностях. Кровельные работы. Назначение, конструктивные решения и виды кровель. Применяемые материалы. Технологические процессы устройства кровель.	2				
11.	Технология производства отделочных работ (4 ч)	4				
	Штукатурные работы. Виды штукатурки и применяемые материалы. Технология оштукатуривания поверхностей обычными растворами. Особенности технологии производства работ при устройстве декоративной и специальной штукатурки. Облицовочные работы. Назначение и виды облицовки. Материалы для облицовочных работ. Облицовка поверхностей природными каменными материалами. Облицовка поверхностей керамическими и полимерными плитками. Малярные работы. Назначение и виды окрасочных покрытий. Состав работ при различных видах окраски.	2				
	Технология устройства полов. Виды полов и предъявляемые к ним требования. Материалы для устройства полов. Подготовка оснований под полы. Устройство полов из штучных материалов: дощатых, паркетных, ламината, древесностружечных плит, керамических и мозаичных плит и плиток, брусчатки и других штучных материалов. Технология устройства полов из рулонных материалов (линолеума, ковролина).	2				

1	2	3	4	5	6	7
	Устройство теплых полов с применением греющего провода, системы водяного отопления. Контроль качества. Охрана труда при производстве работ по устройству полов.					
	Курсовой проект «Монтаж строительных конструкций»					Защита курсового проекта
	Итого за семестр	12	4			
	Всего аудиторных часов	34				

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
заочная форма получения высшего образования,
интегрированного со средним специальным образованием ²

Номер темы	Название темы	Количество аудиторных часов			Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6	7
	3 семестр					
8.	Технология производства бетонных и железобетонных работ (6 ч)	6				
	Особенности возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона. Технологическая структура бетонных и железобетонных работ. Опалубочные работы. Назначение и виды опалубки. Требования к опалубочным системам. Типы опалубок и их конструктивные особенности. Передовой опыт применения различных видов опалубочных систем при возведении монолитных конструкций. Назначение и виды арматуры и арматурных изделий. Арматурные работы.	2				
	Технологический процесс приготовления бетонных смесей. Добавки в бетонные смеси и область их рационального применения. Транспортирование бетонных смесей. Выбор способов транспортирования бетонных смесей. Распределение, укладка и уплотнение бетонной смеси при бетонировании различных конструкций. Устройство рабочих швов. Способы уплотнения бетонной смеси. Способы ускорения твердения бетона.	2				

² Темы учебного материала, не указанные в Учебно-методической карте, отводятся на самостоятельное изучение студента.

1	2	3	4	5	6	7
	Технология бетонирования различных конструкций: массивов, фундаментов, колонн, балок, стен, плит перекрытия (покрытия), арок и сводов.					
	Производство бетонных и железобетонных работ в зимних условиях. Особенности транспортирования и укладки бетонных смесей при отрицательных температурах. Методы выдерживания бетона в зимних условиях. Применение бетонов с противоморозными добавками. Контроль качества бетонных работ.	2				
9.	Монтаж строительных конструкций (10 ч)	6	4			
	Технологическая и организационная структура комплексного процесса монтажа строительных конструкций. Методика оценки монтажной технологичности сборных конструкций. Транспортирование и складирование конструкций. Выбор комплектов механизмов для производства монтажных работ. Определение грузовысотных характеристик кранов для монтажа отдельных видов конструкций.	2				
	Монтаж одноэтажных и многоэтажных зданий с железобетонным каркасом. Монтаж бескаркасных крупнопанельных и каркасно-панельных зданий. Монтаж зданий, возводимых методом подъема готовых перекрытий и этажей. Монтаж зданий с покрытиями из железобетонных цилиндрических оболочек и оболочек двойной кривизны, с вантовыми, купольными и большепролетными балочными покрытиями. Технология замоноличивания и герметизации стыков и швов сборных конструкций зданий. Сварка закладных деталей.	2				
	Определение грузовысотных характеристик монтажных кранов для возведения многоэтажных и одноэтажных зданий.		2			Контрольная работа
	Определение продолжительности работ и разработка графика выполнения работ при монтаже.		2			Контрольная работа
	Особенности монтажа металлических конструкций. Монтаж каркасов одноэтажных и многоэтажных зданий с применением металлических конструкций. Монтаж каркасно-щитовых и панельных зданий из древесины.	2				

1	2	3	4	5	6	7	
	Курсовой проект «Монтаж строительных конструкций»					Защита курсового проекта	
	Итого за семестр	12	4				
	Всего аудиторных часов	16					

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ
Список литературы

	Учебная
	Основная
1.	Технология, механизация и автоматизация строительства / С.С. Атаев [и др.]. – М.: Высшая школа, 1990. - 592с.
2.	Технология строительных процессов / Н.Н. Данилов [и др.]. – М.: Высшая школа, 2001. -464с.
3.	Технология строительного производства / А.А. Афанасьев [и др.]. – М., 2001.
4.	Технология возведения зданий и сооружений / В.И. Теличенко, А.А. Лапидус [и др.]. – М.: Высшая школа, 2002. -320с.
5.	Технология строительного производства / Я.Л. Ревич, Е.Н. Рудомин [и др.]. – М.: Издательство АСВ, 2011. -376с.
6.	Технология строительного производства. Лабораторный практикум: Учебное пособие/ С.Н. Леонович, И.Н. Громов [и др.]. – Мн.: БНТУ, 2005. - 124с.
	Дополнительная
7.	Технология строительного производства / Л.Д. Акимова, Н.Г. Амосов [и др.]. – Лн., 1987.
8.	Технология возведения подземной части зданий и сооружений / Т.М. Штоль [и др.]. – М.: Стройиздат, 1990. -288с.
9.	Монтаж стальных и железобетонных конструкций / А.С. Стаценко. – Мн.: Вышэйшая школа, 2008. -376с.
10.	Технология строительного производства / М.П. Рыжевская. – Мн.: Беларусь, 2011. -359с.
	Учебно-методические пособия
11.	Производство земляных работ и устройство монолитных фундаментов / И.Н. Громов, В.В. Павлович, Г.С. Ратушный. – Мн.: БНТУ, 2005. -44с.
12.	Производство земляных работ и устройство фундаментов / И.А. Горячева, Г.Г. Мадалинский. – Мн.: БНТУ, 2005. -110с.
13.	Монтаж строительных конструкций / И.Н. Громов, В.В. Павлович, Г.С. Ратушный. – Мн.: БНТУ, 2009. -78с.
	Нормативная
14.	Закон Республики Беларусь 5 июля 2004г. № 300-3 «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Беларусь».
15.	Закон Республики Беларусь 26 ноября 1992г. № 1982-ХІІ «Об охране окружающей среды».
16.	ТР 2009/013/ВУ*. Технический регламент Республики Беларусь «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность»/ - Мн.: Госстандарт РБ, 2015. -25с.
17.	ТКП 45-1.03-161-2009*. Организация строительного производства/ - Мн.:

	МАиС РБ, 2017. - 52с.
18.	ТКП 45-1.01-159-2009. Строительство. Технологическая документация при производстве строительного-монтажных работ. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт/ - Мн.: МАиС РБ, 2009. - 52с.
19.	ТКП 45-1.03-40-2006. Безопасность труда в строительстве. Общие требования/ - Мн.: МАиС РБ, 2006. - 50с.
20.	ТКП 45-1.03-44-2006. Безопасность труда в строительстве. Строительное производство/ - Мн.: МАиС РБ, 2006. - 37с.
21.	П16-03 к СНиП 5.01.01-99. Земляные сооружения. Основания фундаментов. Производство работ/ - Мн.: МАиС РБ, 2004. - 55с.
22.	СТБ 1164.0-2012. Строительство. Основания и фундаменты зданий и сооружений. Номенклатура контролируемых показателей качества/ - Мн.: Госстандарт РБ, 2012. -44с.
23.	ТКП 45-5.02-82-2010. Каменные и армокаменные конструкции. Правила возведения/ - Мн.: МАиС РБ, 2010. - 14с.
24.	СТБ 2087-2010. Строительство. Возведение каменных и армокаменных конструкций. Номенклатура контролируемых показателей качества. Контроль качества работ/ - Мн.: Госстандарт РБ, 2010. -16с.
25.	ТКП 45-5.03-130-2009. Сборные бетонные и железобетонные конструкции. Правила монтажа/ - Мн.: МАиС РБ, 2009. - 25с.
26.	СТБ 1959-2009. Строительство. Монтаж сборных бетонных и железобетонных конструкций. Контроль качества работ/ -Мн.: Госстандарт РБ, 2009. -19с.
27.	ТКП 45-5.03-131-2009. Монолитные бетонные и железобетонные конструкции. Правила возведения/ - Мн.: МАиС РБ, 2009. - 23с.
28.	СТБ 1958-2009. Строительство. Возведение монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Номенклатура контролируемых показателей качества. Контроль качества работ/ - Мн.: Госстандарт РБ, 2009. -18с.
29.	ТКП 45-5.04-41-2006. Стальные конструкции. Правила монтажа/ - Мн.: МАиС РБ, 2006. - 35с.
30.	СТБ 1749-2007. Строительство. Конструкции стальные. Контроль качества работ/ - Мн.: Госстандарт РБ, 2007. -19с.
31.	ППБ Беларуси 01-2014. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь/ - Мн.: МЧС РБ, 2014. - 198с.