

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Инженерно-технологический институт

Кафедра Технические системы в агробизнесе, природообустройстве
и дорожном строительстве

Г.В. Орехова

Организация и технология работ по природообустройству

Учебное пособие для изучения дисциплины

Часть 1

по направлению 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические
комплексы, профиль «Машины и оборудование природообустройства
и дорожного строительства»

Брянск 2020

УДК 626:625 (076)

ББК 39.9:39.3

О 65

Орехова, Г. В. Организация и технология работ по природообустройству: учеб. пособие для изучения дисциплины по направлению 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы, профиль «Машины и оборудование природообустройства и дорожного строительства». Ч. 1 / Г. В. Орехова. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2020. - 107 с.

В учебном пособии изложен материал для изучения дисциплины «Организация и технология работ по природообустройству».

Учебное пособие предназначено для бакалавров очной и заочной формы обучения по направлению 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы, профиль «Машины и оборудование природообустройства и дорожного строительства».

Рецензент: к.т.н., доцент кафедры ТМНРМиО Тюрева А.А.

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института Брянского государственного аграрного университета, протокол № 2 от 28 сентября 2020 года.

© Брянский ГАУ, 2020

© Орехова Г.В., 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВЕДЕНИЕ	4
Тема 1. Основные понятия и положения технологии строительного производства	5
Тема 2. Строительные процессы. Их структура и классификация. Развитие строительных процессов	15
Тема 3. Материальные элементы и технические средства строительных процессов	22
Тема 4. Организация труда рабочих. Оплата труда рабочих в строительстве.	29
Тема 5. Проектно-технологическая документация.	40
Тема 6. Инженерная подготовка строительной площадки. Транспортирование, погрузка-разгрузка и складирование строительных грузов	49
Тема 7. Технология разработки грунта. Общие положения.	57
Тема 8. Способы производства земляных работ.	74
Тема 9. Определение объемов земляных масс.	89
Тема 10. Технология механизированной разработки грунта. Разработка грунта экскаваторами.	97
Литература	105

ВВЕДЕНИЕ

Организация и технология работ по природообустройству относится к числу профессиональных дисциплин. Она изучает общие сведения о строительных работах, производство земляных работ машинами, определение объемов работ.

Знания по организации и технологии работ по природообустройству являются базовыми для подготовки выпускной работы бакалавра, а также для производственной деятельности выпускников, самостоятельного принятия профессиональных решений в вопросах организации и технологии строительства и эксплуатации объектов природообустройства.

Дисциплина раскрывает следующие компетенции:

ПК-14 – способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в организации производства и эксплуатации, наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

Знать: существующие виды, методы организации производства, машины и их технологическое оборудование в области природообустройства, методику оценки их показателей.

Уметь: выбирать методы, машины и их технологическое оборудование для организации производства объектов природообустройства, предлагать свой метод проведения работ.

Владеть: различными методами, системой подбора машин и их технологического оборудования для организации производства природообустройства, навыками оценки эффективности выполненного контроля качества.

Тема 1. Основные понятия и положения технологии строительного производства

Вопросы:

1. Строительные процессы и работы.
2. Материальные элементы и технические средства строительных технологий.
3. Трудовые ресурсы строительных технологий.
4. Контроль качества строительно-монтажных работ.
5. Документирование строительного процесса

1. Строительные процессы и работы.

Технология строительных процессов определяет теоретические основы, методы и способы выполнения строительных процессов, обеспечивающих обработку строительных материалов и полуфабрикатов с качественным изменением их состояния с целью получения конечной продукции (здания, сооружения). Строительные процессы классифицируют в две группы – внеплощадочные и внутриплощадочные (рис. 1):

Строительные процессы последовательно делятся на *комплексные процессы, простые рабочие процессы и рабочие операции*.

Рабочая операция – технологически неделимый элемент строительного процесса. Ее результатом является изменение не менее одного из свойств или характеристик исходного материала, полуфабриката (например, операция по выпрямлению арматурных стержней). Рабочая операция состоит из рабочих приемов – ее частей, включающих последовательные рабочие движения, объединенных одной целью (например, рабочий прием «укладка арматурного стержня на станок для гнутья» состоит из рабочих движений: движение к стержню; взятие стержня; движение к станку; укладка).



Рисунок 1.1 – Технологическая схема производственных процессов

Простые рабочие процессы – совокупность рабочих операций, объединенных в определенной технологической последовательности (например, процесс заготовки арматуры).

Совокупность организационно взаимосвязанных рабочих процессов, в результате которых создается конечная продукция, образует комплексный процесс (например, комплексный процесс возведения ж/б плотины).

Строительные процессы осуществляются на рабочих местах, т.е. в пространстве, в пределах которого перемещаются рабочие, машины и механизмы. Участок работы, выделяемый одному рабочему или звену, называют *делянкой*, а участок, выделяемый бригаде, – *захваткой*.

При возведении зданий и сооружений выполняются комплексы работ, объединяемых в 3 группы:

1. Общестроительные работы (земляные, бетонные, монтажные, свайные, отделочные, кровельные и т.д.).

2. Специальные работы (цементация, силикатизация, «стена в грунте» и т.п.).

3. Вспомогательные работы (транспортные и погрузочно-разгрузочные).

2. Материальные элементы и технические средства строительных технологий.

Материальными элементами строительных процессов являются:

1. Природные и искусственные *строительные материалы* (пиломатериалы, кирпич, цемент и др.).

2. *Полуфабрикаты* (бетонная смесь, растворы), приготавливаемые в заводских условиях или на стройплощадке.

3. *Детали и изделия*, выпускаемые на предприятиях стройиндустрии и пром. оборудование, поставляемое предприятиями различных отраслей хозяйства. Их соответствие предъявляемым требованиям должно подтверждаться техническими паспортами и соответствующей маркировкой.

Технические средства строительных процессов разделяют на основные, вспомогательные и транспортные.

К основным относят строительные машины (бульдозера, экскаваторы, грейдеры и т.д.), механизмы (не имеющие собственного двигателя тали, лебедки, катки и т.д.), подручные технические средства (лопаты, молотки, пилы и т.п.), подсобные приспособления (зажимы, шаблоны, уровни и т.п.).

Вспомогательные технические средства выполняют роль: технологической оснастки (контейнеры, кассеты, струбцины и т.п.), энергетической оснастки (компрессоры, трансформаторы, кабели и т.п.), эксплуатационной оснастки (подкрановые пути, точильные станки и т.п.) и персональной оснастки (люльки, стремянки, лестницы и т.п.).

Транспортные технические средства – это автомобили, вагоны, краны, транспортеры и т.п.

3. Трудовые ресурсы строительных технологий.

Разнообразие строительных процессов требует привлечения рабочих различных профессий, специальностей и квалификации. Профессия определяется видом и характером выполняемых строительных процессов (например, плотник или каменщик). Единый тарифно-квалификационный справочник (ЕТКС) работ и профессий в строительстве включает 179 профессий. Рабочий может иметь более узкую специальность по данному виду работ (например, плотник-опалубщик, каменщик по кирпичной кладке). Уровень подготовки рабочего определяется его квалификацией (от 1 разряда до 6 разряда).

Строительные процессы выполняются группами рабочих:

Звено – группа рабочих (обычно 2-5 чел.) одной профессии, но разной квалификации.

Бригада – несколько звеньев рабочих, объединенных для совместного производства одного вида работ. Распространены специализированные и комплексные бригады. *Специализированная бригада* (до 25-30 чел.) состоит из звеньев рабочих одной профессии, выполняющих работы одного вида. *Комплексная бригада* (до 40-50 чел.) создается из рабочих разных профессий, связанных единством конечной продукции (например, бригада отделочников – штукатуры, маляры и плиточники, бригада бетонщиков - опалубщики, плотники, арматурщики, бетонщики). *Комплексная бригада «конечной продукции»* (до 60-70 чел.) создается для проведения работ, предусматривающих выполнение отдельных законченных работ или всего строительства сооружения в целом.

Производительность труда строительных рабочих определяется выработкой и трудоемкостью выполняемых работ. *Выработка* — количество строительной продукции, выработанной за единицу времени (за час, смену и т. д.); *трудоемкость* - затраты рабочего времени (чел.-ч, чел.-дн. и т. д.) на единицу строительной продукции (m^2 штукатурки, m^3 кирпичной кладки и т.

д.). Количественно трудоемкость регламентируется техническим нормированием. *Техническое нормирование* - разработка норм затрат рабочего или машинного времени и расхода материалов на единицу строительной продукции.

Норма выработки ($N_{\text{выр.}}$) - количество продукции, которое должен произвести рабочий в единицу времени ($\text{м}^3/\text{см}$, $\text{м}^2/\text{ч}$ и т.д.).

Норма времени ($N_{\text{вр}}$) - количество рабочего времени, достаточное для изготовления единицы продукции (чел.-ч, чел.-дн.).

Норма машинного времени ($N_{\text{маш}}$) - количество рабочего времени машины, достаточное для изготовления единицы продукции (маш.-ч, маш.-дн.).

Тарифное нормирование - система определения размера заработной платы в зависимости от количества затраченного труда в соответствии с его количеством, качеством и с учетом квалификации исполнителя. В основу положена тарифная сетка, по которой устанавливается размер зарплаты в зависимости от разряда рабочего. Каждому разряду соответствует тарифный коэффициент, показывающий соотношение оплаты труда между разрядами:

Разряды..... 1 2 3 4 5 6

Коэффициенты.. 1,0 1,08 1,19 1,34 1,54 1,8

В строительстве применяют несколько систем оплаты труда.

Повременную оплату используют при оплате за фактически отработанное время в соответствии с установленной ставкой или тарифным коэффициентом.

Прямая сдельная оплата предусматривает оплату за фактически выполненный объем работ в соответствии с присвоенными разрядами и трудовым участием. Применение этой системы требует учета выработки рабочих и оформления нарядов. Наряд - это производственное задание на выполнение работ. Наряд является основным документом учета объема выполненных работ и расчета с рабочими.

Аккордная оплата производится на основании заранее подготовленных калькуляций на определенный комплекс работ или на единицу объема.

В строительстве нашел применение расчет с комплексной бригадой за сданный в эксплуатацию объект. Подготавливается наряд-заказ на весь объем строительно-монтажных работ, промежуточные расчеты - авансы оформляются ежемесячно, исходя из объемов выполненных работ. При окончательном расчете дополнительно учитывается: досрочный ввод объекта в эксплуатацию; качество выполненных работ; премирование за снижение себестоимости работ и экономию строительных материалов.

Безнарядная система оплаты - заработная плата начисляется бригадам и звеньям от стоимости выполненных работ.

4. Контроль качества строительно-монтажных работ.

Качество СМР регламентируется требованиями СНиП (часть 3). Контроль качества выполняют визуальным осмотром, натурным измерением линейных размеров, испытаний конструкций разрушающими и неразрушающими методами.

Механический (разрушающий) метод контроля применяют для определения технического состояния конструкций.

Физический (неразрушающий) метод используют для определения основных характеристик физико-механических свойств материалов конструкций. Метод базируется на импульсном и радиационном способах.

Импульсный акустический способ заключается в измерении скорости распространения и рассеивания звука в материале. Импульсный вибрационный способ базируется на замере затухания собственных колебаний.

Радиационный способ основан на определении изменения интенсивности потоков γ -лучей при просвечивании материала.

Обеспечение качества строительно-монтажных работ достигается систематическим контролем - *внутренним* и *внешним*. Внутренний контроль - функция административно-технического персонала строительной организации. Внешний контроль выполняют государственные органы и заказчик. Гос-

ударственные органы - инспекции архитектурно-строительного надзора (ИГАСН) и административно-технические инспекции (АТИ) осуществляют контроль не только за процессом строительства, но и за взаимодействием с окружающей средой (вывоз мусора, обеспечение проездов и др.).

Заказчик осуществляет *технический контроль*. Контролирующие функции возлагают на специального представителя, который следит за обеспечением качества работ, оформлением надлежащим образом скрытых работ, соблюдением сроков работ, проверяет выполненные объемы.

Авторский надзор осуществляет проектная организация, контролирующая соблюдение строителями проектных решений и качество выполнения строительно-монтажных работ.

Окончательная приемка здания Госкомиссией предусматривает не только визуальную оценку сооружения и всех его помещений, но и наличие всех оформленных актов выполнения работ.

5. Документирование строительного процесса

Документирование строительного процесса осуществляется с помощью технологических карт и карт трудовых процессов. **Технологическая карта** – основной документ ТСП, входящий в проект производства работ (ППР). ППР определяет наиболее эффективные методы выполнения СМР, и в отличие от проектов организации строительства (ПОС) разрабатывается не проектной, а строительно-монтажной организацией или специализированной организацией типа «Оргтехстрой». Бывают следующие технологические карты:

- а) типовые, не привязанные к объекту и местным условиям;
- б) типовые, привязанные к объекту, но не привязанные к местным условиям;
- в) рабочие, привязанные и к объекту, и к местным условиям.

Технологическая карта состоит из 8 разделов:

- *область применения* (природно-климатические, гидрогеологические и др. условия);

- *организация и технология выполнения строительного процесса* (требования подготовительного периода, комплекты машин, состав звеньев и бригад, состав операций, схемы производства работ и т.п.);

- *требования к качеству и приемке работ* (виды и способы контроля, приборы и оборудование, допуски и т.п.);

- *калькуляция затрат труда, времени работы машин, зарплаты;*

- *график производства работ* (как правило, линейный график);

- *материально-технические ресурсы;*

- *техника безопасности;*

- *техничко-экономические показатели* (затраты труда и машинного времени, выработка рабочих, зарплата, продолжительность осуществления).

Карту трудовых процессов разрабатывают для указания рациональных приемов труда при выполнении отдельных видов технологических операций.

В ней указывают наиболее рациональный состав рабочего звена, распределение операций между рабочими; приводят режимы труда и отдыха.

Карты трудовых процессов содержат четыре раздела:

- область и эффективность применения карты;

- подготовка и условия выполнения процесса;

- исполнители, предметы и орудия труда;

- технология процесса и организация труда (с обязательным поминутным графиком выполнения трудового процесса).

Тема 2. Строительные процессы. Их структура и классификация.

Развитие строительных процессов

Вопросы:

1. Структура строительных процессов
2. Классификация строительных процессов
3. Строительно-монтажные работы

1. Структура строительных процессов

Строительное производство состоит из строительных процессов, протекающих на строительной площадке и имеющих конечной целью возведение, восстановление или ремонт различных зданий, сооружений или их частей.

Строительные процессы бывают основными, вспомогательными и транспортными, например основной строительный процесс - кладка кирпичной стены, вспомогательный строительный процесс - устройство подмостей, транспортный строительный процесс - подъем на этаж кирпича и раствора.

В результате выполнения основного процесса создается элемент строительной продукции. Вспомогательный и транспортный процессы способствуют успешному осуществлению основного строительного процесса.

В любом строительном процессе (каменная кладка, штукатурные, малярные и другие работы) участвуют: рабочие, предмет труда (материалы, конструкции), орудия труда (строительные машины, инструменты). Во многих строительных процессах рабочие применяют вспомогательные устройства и приспособления, например навесные люльки, лестницы, кондукторы и пр.

Технологически однородный и организационно неделимый элемент строительного процесса называется **рабочей операцией**. Для нее характерны неизменяемость состава рабочих-исполнителей, предметов и орудий труда.

Каждая рабочая операция состоит из нескольких, тесно связанных между собой, рабочих приемов, которые состоят из отдельных движений. Рабочая операция может выполняться одним рабочим или же группой согласованно действующих рабочих.

В первом случае операция является индивидуальной, во втором - групповой (звеньевой или бригадной).

В современном индустриальном строительстве процессы строительного производства принято подразделять на две группы — *внеплощадочные* и процессы *строительной площадки*, каждая из которых имеет внутреннюю классификацию по функциональному назначению и решает определенные задачи.

Различают четыре технологических комплекса по функциональному назначению в строительном производстве:

Заготовительный (изготовление конструкций, узлов и деталей, приготовление бетонных и растворных смесей и других строительных полуфабрикатов). Эти процессы выполняют на специализированных предприятиях или в условиях строительной площадки - на приобъектных бетонорастворных узлах, приобъектных арматурных цехах и т. п.

Транспортный (процессы, связанные с доставкой материалов и изделий на строительную площадку, а также их перемещение в ее пределах). 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 материалов и конструкций.

Подготовительный (например, укрупненная сборка конструкций, предварительное обустройство перед монтажом монтируемых конструкций вспомогательными навесными приспособлениями, устройство подмостей для кирпичной кладки, ограждение стенок траншей). Этот процесс предше-

ствуется монтажно-укладочным процессам и обеспечивает их эффективное выполнение.

Строительно-монтажный, обеспечивающий получение продукции строительного производства и заключающийся в переработке, изменении формы или придании новых качеств материальным элементам строительных процессов (например, возведение зданий, сооружений, коммуникаций и т. д.). Обычно идентичные строительно-монтажные процессы имеют общие технологические особенности и поэтому не зависят в главном от вида и назначения конкретных возводимых зданий и сооружений

2. Классификация строительных процессов

По сложности производства строительные процессы разделяются на рабочие (простые) и комплексные (сложные).

Рабочим процессом называется совокупность технологически связанных рабочих операций, выполняемых одним составом исполнителей, например монтаж стеновых панелей, укладка плит покрытия и т.д.

Комплексным процессом называется совокупность одновременно осуществляемых процессов, находящихся между собой в непосредственной организационной зависимости и связанных единством конечной продукции.

В исполнении комплексного процесса участвуют рабочие самых разных специальностей.

Строительные процессы, выполняемые вручную с использованием ручного инструмента и простейших приспособлений, называют **ручными**; выполняемые с помощью электрических ручных машин (электропила, электрорубанка и пр.) - **полумеханизированными**. Строительно-монтажные процессы, выполняемые с помощью машин и механизмов, где функции рабочего сводятся лишь к управлению данной машиной, называют **механизированными**. Если все технологические операции процесса (ос-

новые и вспомогательные) выполняются при помощи комплекта машин, то такой процесс называют **комплексно механизированным**.

Дальнейшее развитие механизации приводит к автоматизации - высшей степени организации производственного процесса, освобождающей человека от непосредственного управления процессом.

Автоматизированным называют процесс, в котором ручной труд человека по управлению машинами (процессом, операцией) выполняют специальные устройства, обеспечивающие заданные производительность и качество продукции без участия человека.

В зависимости от характера производства различают непрерывные и прерывные процессы. В **непрерывных процессах** производственные операции протекают незамедлительно одна за другой. Их продолжительность определяется лишь организационными соображениями. **Прерывные процессы** сопровождаются перерывами, связанными со свойствами используемых материалов или полуфабрикатов (растворов, бетонной смеси) и особенностями технологии (выдерживанием бетона, сушкой штукатурки, гидроизоляции и др.). Прерывные процессы удлиняют срок работ, поэтому их иногда заменяют непрерывными (мокрую штукатурку - облицовкой, монолитные конструкции - сборными и т.д.).

По значению в производстве процессы делят на ведущие и совмещаемые. **Ведущие процессы** определяют технологическую цепь производства; совмещаемые процессы могут выполняться параллельно с ведущими. **Совмещение процессов** позволяет значительно сократить продолжительность строительства.

В строительстве бурение используют при исследовании свойств и качества грунтов, определении уровня грунтовых вод, устройстве скважин водоснабжения и водопонижения грунтовых вод, устройстве свайных фундаментов, искусственном закреплении грунтов и т. п.

Буровые выработки делают в виде шпуров и скважин.

Шпур - это цилиндрические выработки диаметром до 75 мм и глубиной до 5 м. Скважины-выработки более глубокие с диаметром, превышающим 75 мм.

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 (керна) извлекают из скважины целиком.

Технологический процесс механического бурения складывается из операций по разрушению породы, транспортированию породы на поверхность, обеспечению устойчивости стенок буровых выработок и вспомогательных операций. Грунт в забое разрушают резанием, истиранием, ударами, сколом и комбинированным воздействием (например, истиранием и ударом).

Транспортирование на поверхность измельченного грунта осуществляют двумя методами: гидравлическим, при котором грунт удаляется путем вымывания его водой, направляемой в выработку под давлением, и сухим, когда измельченный грунт удаляют сжатым воздухом или шнеком.

Механическое бурение в основном ведут тремя способами: ударно-вращательным, ударным и вращательным.

Ударно-вращательное бурение применяют для бурения скважин диаметром 100...200 мм, глубиной до 30 м в труднобуримых породах. Производительность применяемых станков - 10... 35 м/смен.

Особенность этого способа состоит в том, что вращение и ударное действие инструмента выполняют двумя независимыми механизмами: вращателем и пневмоударником.

Ударное бурение (бурение ударом) осуществляют пневматическими бурильными молотками - перфораторами, которые бывают ручными, массой до 24 кг (при глубине шпура до 3 м) и станковыми, массой до 40 кг. Они обеспечивают бурение шпуров глубиной до 5 м. Воздух (2...4 м³/мин) к пер-

форатору подводится шлангом от компрессора. Рабочий орган перфоратора - буровая головка.

Перфораторные-молотки по характеру очистки каналов от пыли и каменной мелочи подразделяют на сухие и мокрые. Перфораторы мокрого типа имеют специальные устройства для промывки канала.

3. Строительно-монтажные работы

Из строительных процессов (простых, комплексных и их сочетаний) складываются строительно-монтажные работы (СМР), результатом выполнения которых является строительная продукция. **Строительные работы** подразделяются на несколько видов по признаку применяемых материалов или конструктивным элементам, являющимся результатом этих работ, например, земляные, бетонные, кровельные, изоляционные работы и т.д.

Под монтажными работами подразумевается комплекс технологических операций по установке в проектное положение и соединению в одно целое отдельных, изготовленных заранее, элементов строительных конструкций, узлов и деталей, санитарно-технического и другого оборудования. Например, установка металлических, железобетонных или деревянных ферм, балок; монтаж систем водоснабжения, электрических устройств или узлов технологического оборудования.

Строительные работы подразделяют на **общестроительные** (земляные, свайные, каменные, бетонные и др.), которые выполняются общестроительными предприятиями (организациями, фирмами), и **специальные** (сантехнические, электромонтажные, монтаж технологического оборудования и т. д.), выполняемые специализированными предприятиями (организациями, фирмами).

При организации выполнения строительных процессов весь комплексный производственный процесс по возведению зданий и сооружений делят

на стадии, которые называются **циклами**. В состав работ первой стадии - **нулевого цикла** (подземной части) - входят:

- земляные работы (например, снятие растительного слоя, рытье котлованов и обратная засыпка грунта с уплотнением);
- бетонные и железобетонные работы (например, устройство фундаментов, укладка бетонной смеси);
- монтаж строительных конструкций (например, монтаж колонн, панелей стен подвала);
- гидроизоляционные работы (например, устройство гидроизоляции пола и стен подвала);
- устройство вводов и выпусков коммуникаций (например, монтаж трубопроводов с обратной засыпкой пазух) и т. д.

На второй стадии — **первого цикла строительства** (надземной части) — осуществляются обычно следующие работы:

- монтаж строительных конструкций (например, возведение панельных наружных и внутренних стен, заполнение оконных переплетов и дверных проемов);
- каменные (например, кладка кирпичных стен с их облицовкой);
- кровельные (например, устройство кровли, покрытие крыш специальными материалами);
- столярные (например, навеска ворот, дверей, остекление оконных проемов);
- санитарно-технические (например, установка коробов вентиляционных систем).

На третьей, заключительной стадии - **втором цикле строительства**, - выполняются отделочные, штукатурные работы, облицовка поверхностей керамической плитки, окраска стен, устройство полов, а также спецмонтажные работы (например, монтаж внутреннего инженерного оборудования, установка сантехнических приборов и электроарматуры, монтаж технологического оборудования и относящихся к нему вентиляционных устройств).

В любом строительном процессе (каменная кладка, штукатурные, малярные работы и др.) участвуют: рабочие, предметы труда (материалы, конструкции), орудия труда (строительные машины, инструменты). Во многих строительных процессах рабочие применяют вспомогательные устройства и приспособления, например навесные люльки, лестницы, кондукторы и пр.

Строительные процессы выполняются на отдельных рабочих местах, при этом производится их деление на однородные операции, которые выполняются звеньями рабочих соответствующей квалификации.

Технологически однородный и организационно не делимый элемент строительного процесса называется *рабочей операцией*. Для нее характерны неизменяемость состава рабочих-исполнителей, предметов и орудий труда. Каждая рабочая операция состоит из нескольких тесно связанных между собой *рабочих приемов*, которые включают *рабочие движения*. Рабочие приемы и движения выполняет один рабочий. Рабочая операция может выполняться одним рабочим или же группой согласованно действующих рабочих. В первом случае операция является индивидуальной, во втором - групповой (звеньевой или бригадной).

Эффективность строительного производства во многом определяется организационными положениями и формами выполнения всех процессов, сопутствующих созданию строительной продукции. Строительный процесс во время своего осуществления подвергается влиянию изменяющейся внутренней и внешней среды. Ежедневно возникают многообразные случайные факторы, которые вызывают отказы (выход из строя машин, транспортных средств, опоздание и невыход рабочих на работу и т. п.), а, следовательно, непредусмотренные перерывы. Под влиянием этих факторов процесс осуществляется с какой-то степенью надежности.

Под *надежностью строительного процесса* понимают вероятность того, что он, будучи разработанным и начавшимся, сохранит работоспособность на протяжении заданного периода. При разработке процесса следует

учитывать надежность его осуществления при конкретных условиях производства. Для определения количественных характеристик надежности строительного процесса необходимо определить вначале надежность его элементов, а затем надежность совместного функционирования этих элементов.

Тема 3. Материальные элементы и технические средства строительных процессов

Вопросы.

1. Материальные элементы строительных процессов
2. Технические средства строительных процессов
3. Проект производства работ, его назначение и содержание.

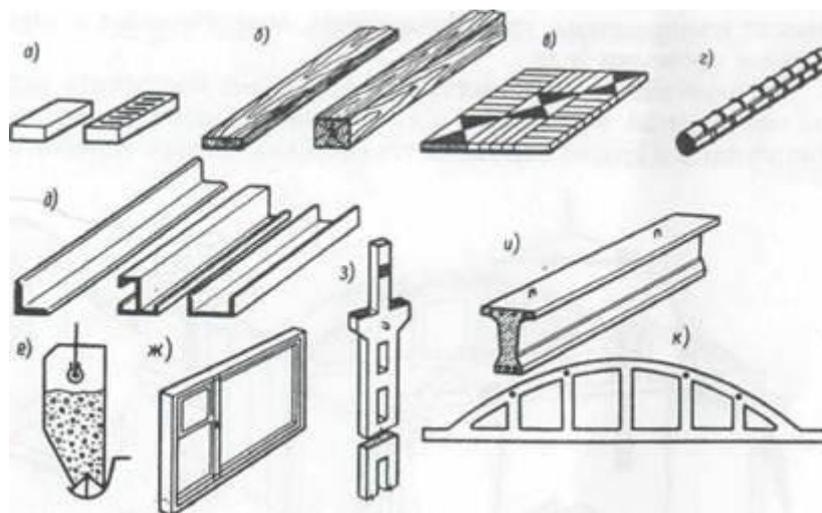
1. Материальные элементы строительных процессов

Материальными элементами строительных процессов, без которых они не могут быть осуществлены, являются строительные материалы, полуфабрикаты, детали и изделия (рис. 1.1).

Строительные материалы разделяют на *природные* (естественные) и *искусственные*. К природным материалам относят лесные (круглый лес, пиломатериалы), каменные плотные и рыхлые горные породы (естественный камень, гравий, песок, глина) и др. К искусственным материалам относят: вяжущие вещества (цемент, известь), искусственные камни (кирпич), керамические плитки, синтетические краски и лаки, металлоконструкции, тепло- и гидроизоляционные материалы и др.

Строительные материалы имеют, как правило, устойчивые товарные свойства и изготавливаются промышленными предприятиями без учета конкретной продукции, для производства которой они будут применены.

К основным **полуфабрикатам** относят бетонную, асфальтовую, растворную смесь и другие композиты, характеризующиеся необходимостью употребления в дело через короткий период времени после приготовления. Поэтому полуфабрикаты не имеют устойчивых товарных свойств. Они тесно связаны с конкретной строительной продукцией.



а — кирпич (полнотелый и пустотелый); б—деревянные доска и брус; в —паркетный шит; г — арматурная сталь; д—профильный металл; е—бетонная смесь; ж—оконный блок; з— железобетонная двухветвевая колонна; и —железобетонная подкрановая балка; к —железобетонная ферма.

Рисунок 3.1 - Примеры материальных элементов строительных процессов

К деталям и изделиям относят заранее изготовленные и монтируемые элементы, как-то: дверные полотна, оконные переплеты, балки, фермы, стеновые панели, плиты перекрытий и покрытий, санитарно-технические кабины, блок-комнаты и т. д., предназначенные для применения в зданиях и сооружениях определенного назначения и типа.

Полуфабрикаты, детали и изделия изготовляют на строительных площадках, приобъектных полигонах, в мастерских и на промышленных предприятиях. Последняя организационная форма производства в условиях индустриального строительства является преобладающей.

Требуемые свойства, технические требования и требования к качеству строительных материалов, полуфабрикатов, деталей и изделий устанавливаются Строительные нормы и правила (СНиП), Государственные стандарты (ГОСТ), Технические условия (ТУ). Этими регламентирующими документами определяются назначение строительных материалов и деталей, требова-

ния к их качеству, приводятся указания по выбору и применению в зависимости от условий эксплуатации возводимого здания или сооружения, устанавливаются условия транспортирования, правила приемки и хранения, правила отбора контрольных образцов и испытаний и др.

Соответствие предъявляемым требованиям поставляемых на объект конкретных строительных материалов, деталей и изделий подтверждается техническими паспортами и маркировкой. *Технический паспорт* является документом, гарантирующим необходимые свойства, а *маркировка* (штампованием, надписями, ярлыками, бирками и др.) устанавливает индивидуальные особенности, точное наименование изготовителя-поставщика и время изготовления.

СНиП, ГОСТ и ТУ имеют силу закона, и соблюдение их является обязательным для всех предприятий-изготовителей и строителей.

2. Технические средства строительных процессов

При создании строительной продукции строители используют технические средства, которые принято подразделять на основные, вспомогательные и транспортные.

Основные технические средства участвуют в непосредственном возведении строительных конструкций (сооружений), обработке их поверхностей, устройстве отделочных и защитных покрытий и др. К ним относят строительные машины, механизмы, подручные технические средства и различные приспособления.

Строительные машины - это передвижные или стационарные технические средства с рабочим органом, приводимым в действие двигателем. Рабочий орган непосредственно воздействует на материальные элементы строительных процессов, придавая им новые качества.

Механизмы в отличие от строительных машин не имеют специального двигателя. Рабочий орган приводится в действие через соответствующий

преобразователь движения самими строительными рабочими (ручные тали, лебедки, катки и др.).

Подручным техническим средством является инструмент, являющийся, как правило, личным орудием труда строительных рабочих. Ручной инструмент (лопата, молоток, коловорот и др.) обеспечивает усиление мускульной возможности рабочего и преобразует, как правило, один вид механического движения в другой. Механизированный инструмент имеет электрический или бензиновый двигатель (используют также энергию сжатого воздуха), вследствие чего снижаются мускульные усилия рабочего с одновременным повышением производительности труда. Механизированный инструмент с двигателями называют ручными машинами.

Для раскрепления земляных выемок, устройства монолитных, сборно-монолитных и каменных конструкций, монтажа сборных конструкций, производства работ на высоте и т. д. необходимы различные крепления, опалубка, поддерживающие леса, кондукторы, подмости и другие приспособления. Они, как правило, представляют собой инвентарные или перекатные приспособления многократного использования.

В осуществлении строительных процессов участвуют также различные подсобные приспособления — зажимы, державки, шаблоны и др. Данные приспособления являются средствами личного пользования и в отличие от инструмента не являются преобразователями мускульной энергии.

Вспомогательные технические средства выполняют роль технологической, энергетической, эксплуатационной и персональной оснастки, без которых нельзя или нерационально выполнять строительные работы.

Технологическая оснастка предназначена обеспечить удобство и безопасность работы, сохранность строительных материалов, полуфабрикатов и деталей (контейнеры, кассеты, струбцины, бункера, баллоны для газов и жидких веществ и др.).

Энергетическая оснастка предназначена обеспечить работу строительных машин и механизированного инструмента, технологические нужды,

освещение и другие производственные нужды. К ней относят компрессоры, трансформаторы, осветительные и электросиловые проводки и др.

Эксплуатационная оснастка предназначена обеспечить условия для нормальной эксплуатации строительных машин, механизмов, инструмента и других основных технических средств. К ней относят подкрановые пути, ограничители движения, сигнальные приспособления, точильные станки, заправочные аппараты и др.

Персональная оснастка предназначена обеспечить возможность строительным рабочим трудиться уверенно и безопасно, особенно на высоте (люльки, стремянки, лестницы, ограждения и др.).

Транспортные технические средства (автомобили, вагоны, краны, транспортеры, бетононасосы и др.) обеспечивают доставку материальных элементов и технических средств к возводимым зданиям и сооружениям.

Важнейшей задачей технологии строительного производства является определение оптимальных составов и эффективных параметров строительных машин, механизмов и других технических средств. При этом главенствующая роль должна быть отведена эффективным строительным машинам, определяющим в конечном итоге повышение производительности труда при одновременном обеспечении требуемых качественных показателей строительной продукции.

При современной организации труда рабочих в целях повышения эффективности их труда бригада (звено) оснащается нормокомплектом технических средств.

Нормокомплект — это совокупность технических средств оснащения рабочего места бригады (звена), определенного численного и профессионально-квалификационного состава для выполнения работы по утвержденной технологии с нормативной производительностью труда. В состав нормокомплектов включаются средства малой механизации, механизированный и ручной инструмент, средства технологической и организационной оснастки, энергетическое оборудование, приспособления, средства измерений и кон-

троля, средства индивидуальной защиты рабочих. Например, в нормокомплект для монтажа сборных железобетонных конструкций одноэтажных производственных зданий при численности бригады 10 человек входят инструменты и приспособления.

3. Проект производства работ, его назначение и содержание.

Проектирование предприятий, зданий и сооружений, в зависимости от их сложности, ведут в две или в одну стадии. В первом случае, для сложных и крупных объектов, сначала разрабатывают технический проект, затем рабочие чертежи; во втором - строительство несложных объектов - составляют только технический проект, совмещённый с рабочими чертежами.

Проектная организация в составе технического проекта разрабатывает проект организации строительства (ПОС).

Строительная организация по рабочим чертежам разрабатывает проект производства работ ППР.

ППР разрабатывается на различные стадии возведения зданий: для подготовительного периода и основного периода строительства зданий и сооружений ППР утверждается главным инженером строительной организаций.

ППР является дальнейшим развитием основных решений, принятых в ПОС, и разрабатывается в целях определения наиболее эффективных методов выполнения строительно-монтажных работ, способствующих снижению их себестоимости и трудоемкости. Сокращению продолжительности строительства объектов, повышению степени использования строительных машин и оборудования, улучшению качества строительно-монтажных работ. Осуществление строительства без ППР запрещается. ППР разрабатывается строительно-монтажная организация или специализированная, предназначенная для оказания технической помощи и внедрения новых достижений. («Оргтехстрой»)

Исходными данными для разработки ППР является:

1. задание на разработку
2. проект организации строительства (если он имеется)
3. рабочий проект
4. условия поставки материалов и конструкций и результаты технического обследования действующих в районе предприятий стройиндустрии.

Состав ППР:

1. календарный график возведения объекта
2. объектный стройгенплан
3. технологические карты на выполнение основных видов работ
4. решение по производству геодезических работ
5. решение по технике безопасности
6. пояснительная записка

Готовый проект проходит экспертизу в 3 этапа:

1. проект принимают, рассматривают и выполняют экспертизу заказчик
2. проект проходит ведомственную или вневедомственную экспертизу
3. экспертизу осуществленную генподрядной организацией

После этих экспертиз проект утверждается и получает разрешение на строительство.

На сложные работы в составе ППР должны разрабатываться технологические карты, содержащие: данные об области применения карты; технико-экономические показатели строительного процесса; основные положения по технологии и организации строительного процесса; требования по технике безопасности; данные о потребности материальных ресурсов и калькуляций трудовых затрат.

В ППР также, входят рабочие чертежи временных зданий к сооружениям, устройств. и приспособлений, пояснительная записка с обоснованием принятых решений.

Тема 4. Организация труда рабочих. Оплата труда рабочих в строительстве

Вопросы:

1. Нормы и производительность труда.
2. Техническое и тарифное нормирование.
3. Организация труда рабочих.
4. Оплата труда рабочих в строительстве.

1. Нормы и производительность труда

Различные виды СМР выполняются рабочими разных профессий и специальностей.

Профессия - это род занятий, требующий специальной подготовки и определяемый видом и характером выполняемой работы.

Специальность - понятие более "узкое", чем профессия. Например, машинист по профессии может иметь специальность машиниста экскаватора, крана, трактора и т.д.

В Едином тарифно-квалификационном справочнике работ и профессий рабочих, занятых в строительстве и на ремонтно-строительных работах (ЕТКС) насчитывается 179 профессий и 276 специальностей строительных рабочих.

Уровень профессиональной подготовленности рабочего определяется его квалификацией. Показателем квалификации является разряд, присваиваемый рабочему в соответствии с требованиями, приведенными для каждой профессии и специальности в ЕТКС.

В связи с усложнением выполняемых процессов (работ) установлено шесть квалификационных разрядов. Некоторые специальные виды работ требуют рабочих особо высокой квалификации (вне разряда).

Очередной разряд рабочему присваивает квалификационная комиссия на основе требований ЕТКС к тому, что рабочий должен знать и должен уметь.

Основными источниками пополнения рабочих кадров являются средние школы с производственным обучением, профессиональные училища и оргнабор. Профессиональные училища готовят 20% квалифицированных рабочих, 80% подготавливают на производстве путем индивидуального, бригадного и курсового обучения.

Для успешного выполнения строительных работ рабочие объединяются в бригады и звенья. Обычно звено состоит из 2 - 5 человек, бригада - до 50 - 60 рабочих. В звенья и бригады подбирают рабочих, имеющих разную квалификацию, поскольку любая работа состоит из операций разной степени сложности.

Бригады бывают специализированными (бригада штукатуров или маляров) и комплексными, выполняющими разные виды работ и имеющими в своем составе специализированные звенья. Для лучшего маневрирования рабочие в комплексных бригадах овладевают смежными специальностями. Для выполнения всего комплекса работ на объекте весьма эффективны комплексные бригады конечной продукции, в которых производительность труда, как правило, бывает на 15... 20 % выше, чем в обычных комплексных бригадах.

Производительность труда определяется выработкой, т.е. количеством продукции, выпущенной в единицу времени. В низовых организациях производительность обычно выражается в натуральных показателях: кубических метрах уложенного бетона, квадратных метрах окрашенной поверхности и т.д. Для планирования на уровне трестов, крупных фирм, министерств применяются стоимостные показатели (тыс. руб.).

Учет производительности труда часто ведут в процентах:

$$Пт = В / Н_b \cdot 100\% \quad (4.1)$$

V - выработка;

H_B - норма выработки, или нормативное количество продукции необходимого качества, которое должен выпустить рабочий или машина за единицу времени при условиях, принятых для установления норм времени.

Норма времени - нормативное количество времени, достаточное для изготовления одним рабочим (или машиной) единицы продукции соответствующего качества при принятой передовой организации труда:

$$H_{вр} = 1 / H_B \quad (4.2)$$

При выдаче рабочего задания учитывают трудоемкость работ (T_p), т.е. количество нормативного времени, необходимое для выполнения заданного объема работ (V):

$$T_p = H_{вр} \cdot V \quad (4.3)$$

Различают нормы времени для рабочих и машин: элементарные на одну производственную операцию; укрупненные на производственный процесс, состоящий из нескольких операций; комплексные на комплекс производственных процессов.

Пространство, в пределах которого располагается возводимая конструкция, рабочий со своим инструментом или механизмом и необходимый материал, называется рабочим местом.

На рабочем месте должны быть созданы условия, при которых рабочий смог бы достичь максимальной производительности труда. Положение рабочего должно быть наилучшим относительно уровня и места, где он выполняет свою работу.

На рабочем месте не должно быть остатков строительных материалов, в зимнее время оно должно быть очищено от снега и наледи, в ночное время - освещено.

Участок, отводимый звену для выполнения сменного задания, называется делянкой, а бригаде - захваткой. Суммарная протяженность рабочих мест, отводимая звену или бригаде, называется фронтом работ.

Иногда объект строительства делят по вертикали на технологические ярусы. Необходимость такого деления возникает, когда по конструктивным особенностям объекта фронт работ определяется в процессе их выполнения. Например, при выполнении кирпичной кладки высота яруса составляет 1,1... 1,2 м; после окончания работ на первом ярусе устанавливаются подмости и производится работа на втором ярусе.

2. Техническое и тарифное нормирование.

Техническое нормирование - система исследования и установления норм технически обоснованного расхода различных производственных ресурсов (рабочего и машинного времени, материалов, энергоносителей и т.д.). Появление новой техники, возрастающая механизация, новые формы организации труда приводят к тому, что технические нормы устаревают и утрачивают прогрессивный характер. Поэтому нормы периодически пересматриваются.

Техническое нормирование расхода материалов осуществляют опытно-производственным, лабораторным и расчетно-аналитическим методами. Существуют производственные и сметные нормы расхода материалов, а также нормы для планирования материально-технического снабжения.

Техническое нормирование труда - исследование затрат времени с целью совершенствования труда. Его проводят специально создаваемые научно-исследовательские станции (НИС) методами организационных и нормативных наблюдений.

Организационные наблюдения выполняют для выявления передовых методов труда, определения потерь рабочего времени и последующего устранения непроизводительных затрат.

Нормативные наблюдения проводят с целью проверки выполнения и перевыполнения действующих технических норм для проектирования новых норм.

На все виды технологических процессов, выполняемых при строительстве зданий и сооружений, разработаны элементарные Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы (ЕНиР) (40 сборников). Основные виды работ (железобетонные, монтажные, земляные, отделочные) подразделяются по выпускам.

На специальные работы, не вошедшие в сборники ЕНиР, отдельными ведомствами разработаны Ведомственные нормы и расценки (ВНиР) (20 сборников). Если какие-либо работы не охвачены ЕНиР и ВНиР, то на них можно разрабатывать местные нормы и расценки (МНиР). ЕНиР обязательны для применения на территории всей страны всеми строительными организациями; ВНиР предназначены для применения в организациях данного ведомства или министерства; МНиР - для конкретного региона или предприятия.

В качестве нормативных и справочных документов при подсчете расхода ресурсов могут быть использованы ЕНиР, СНиП, Производственные нормы расхода материалов, Укрупненные конструктивные и сметные нормативы (УКН, УСН), а также ведомственные и местные нормативные документы.

Тарифное нормирование заключается в установлении норм оплаты труда за единицу произведенной продукции рабочим разной квалификации. В строительстве действует тарифная система, основными элементами которой являются тарифная сетка и тарифные ставки.

Тарифная сетка - это утвержденная шкала, устанавливающая соотношение уровней заработной платы между рабочими различной квалификации. Каждому разряду присвоен определенный тарифный коэффициент:

Разряд.....	1	2	3	4	5	6
Коэффициент.....	1	1,08	1,19	1,34	1,54	1,8

Тарифные ставки определяют размер заработной платы рабочего, которая полагается ему за выполнение установленных производственных норм, соответствующих его разряду.

На основе норм времени и тарифных ставок ($T_{ст}$) устанавливают расценки для оплаты труда строительных рабочих

$$P = T_{ст} \cdot H_{вр} \quad (4.4)$$

Оплата труда рабочих может быть следующих видов:

- прямая сдельная, когда оплата ведется без начисления премий по расценкам и выполненным объемам работ; до начала работ выписывается наряд
- производственное задание, в котором определяются объемы работ и их стоимость по существующим расценкам;
- аккордная, при которой зарплата начисляется по укрупненной аккордной расценке, полученной по калькуляции затрат;
- аккордно-премиальная, при которой за сокращение сроков выполнения работ выплачивается премия.

Повременная форма оплаты труда применяется на работах, не поддающихся учету. Эта оплата определяется умножением тарифной ставки на количество фактически отработанного времени. Имеет место повременно-премиальная оплата, при которой, кроме основной заработной платы, выплачивается премия за качественно выполненные работы в срок и досрочно. При выполнении работ с отступлением от рабочих чертежей, СНиПа и технических условий - вознаграждение не выплачивается.

Кроме указанных форм применяется безнарядная система оплаты труда, при которой заработную плату начисляют в зависимости от стоимости выполненных работ, по договору.

3. Организация труда рабочих.

Организация труда рабочих в бригаде должна способствовать наиболее полному использованию рабочего времени, средств механизации, материальных ресурсов, повышению качества строительства и росту производительности труда.

Прогрессивной формой организации труда является подрядный метод бригадного хозрасчета. Хозрасчетная бригада широкого профиля состоит из рабочих всех специальностей, необходимых для строительства зданий и сооружений до ввода их в эксплуатацию. Работы ведутся на основе подрядного договора, по которому бригада обязуется выполнить работы в установленные сроки, в пределах договорной стоимости, с соблюдением технических условий на производство работ и правил техники безопасности.

Если в результате деятельности хозрасчетной бригады образуется экономия в виде разницы между плановыми и фактическими затратами на выполнение порученных ей работ, она распределяется по действующим в организации положениям по оплате труда и премированию в соответствии с присвоенными рабочим тарифными разрядами, отработанному времени и коэффициентами трудового участия (КТУ).

При выдаче рабочим производственного задания учитываются сроки выполнения работ и возможность их совмещения по времени. Принятые решения отражаются на графиках выполнения процесса. В левой части графика приводятся расчетные данные, в правой - продолжительность работ в масштабе времени.

В условиях бригадного и коллективного подряда рекомендуется составлять бригадные планы на отдельные виды работ и весь объем СМР, порученный бригаде.

Все организационные мероприятия бригадных планов должны быть направлены на повышение производительности труда.

Для повышения производительности труда можно использовать следующие способы:

- повышение уровня индустриализации благодаря механизации, комплексной механизации и автоматизации; внедрение технологичных сборных конструкций, контейнерной поставки материалов полной заводской готовности;

- внедрение новых прогрессивных технологий и материалов;

- повышение уровня профессиональной подготовки рабочих и инженерно-технических работников; правильная организация работ, рациональное использование машин, сокращение потерь рабочего времени;

- повышение культуры производства, изучение и отбор эффективных производственных приемов выполнения рабочих операций, применение специализированного рабочего инструмента и приспособлений; внедрение прогрессивных проектных решений.

4. Оплата труда рабочих в строительстве.

Оплата труда – это систем отношений, связанных с обеспечением выплат работникам за их труд в соответствии с законами о труде, нормативными правовыми актами, коллективными договорами, соглашениями, локальными нормативными актами, трудовыми договорами.

Системы оплаты труда служат для создания мотивации в увеличении выработки, повышении качества выполнения СМР, эффективности производства в целом.

Заработная плата – это прежде всего вознаграждение за трудовые показатели, в зависимости от квалификации работника, сложности, количества, качества выполненной работы, условий труда, компенсационных и стимулирующих выплат за сложные, опасные и вредные условия.

Минимальный размер оплаты труда – это гарантируемый федеральным законом размер месячной заработной платы за труд не квалифицированного

работника, полностью отработавшему рабочего времени при выполнении простых работ в нормальных условиях на рабочем месте.

В наиболее общем виде оплата труда представляет собой компенсацию работодателям труда наемного работника, соответствующую количеству и качеству выполненной работы. Размеры компенсации имеют вполне определенные количественные границы, поскольку, с одной стороны, они должны обеспечить: работнику – определенный уровень удовлетворения его личных и социальных потребностей; работодателю – получение от работника результата, необходимого для конечной цели предприятия.

Различают денежную и неденежную (натуральную) формы оплаты труда.

Заработная плата выполняет много функций, которые в совокупности позволяют правильно понять ее сущность:

Воспроизводственную, заключающуюся в обеспечении возможности воспроизводства рабочей силы;

Стимулирующую (мотивационную), направленную на повышение заинтересованности в развитии производства;

Социальную, способствовавшую реализации принципа социальной справедливости;

Учетно-производственную, характеризующую меру участия живого труда в процессе образования цены продукта, его долю в совокупных издержках производства.

Основные элементы организации оплаты труда

Техническое нормирование труда есть процесс установления технически обоснованных норм затраты труда, необходимых для количественной оценки затрат труда и его результатов.

К количественным оценкам относятся: нормы времени, численность персонала, выработка нормированных заданий.

Исходной оценкой меры затраченного труда служит норма времени. Именно она отражает количество рабочего времени, которое должен затратить

работник соответствующей квалификации на выполнение единицы объема работ в определенных организационно-технических условиях. Важное значение имеет также качество норм. Использование ненапряженных норм приводит к завышенной оценке трудового вклада работника, а значит и заработной платы, что невыгодно предприятию, так как необоснованно повышается себестоимость производимой продукции и снижается прибыль. Кроме того, занижение нормы отрицательно сказывается на стимулирующих функциях.

Таким образом, нормы используются для установления расценок, т.е. размеров оплаты труда на единицу сдельно-выполняемых работ. При повременной оплате труда нормы необходимы для расчетов нормированных заданий. Нормы численности служащих определяют наряду с другими факторами размер должностных окладов.

Система тарифного нормирования представляет собой совокупность нормативных материалов, с помощью которых устанавливается уровень заработной платы работников на предприятии в зависимости от квалификации работников, условий труда, географического расположения предприятия и других отраслевых особенностей.

Тариф означает ставку платы за какие-либо услуги, в том числе и ставку заработной платы. Тарифное нормирование заработной платы – это установление ставок заработной платы рабочих и служащих на основе определенных тарифных нормативов (тарифных ставок низшего квалификационного разряда, тарифных сеток, схем должностных окладов, тарифно-квалификационных справочников). Тарифная система служит инструментом, позволяющим с определенной степенью приближения к реальным показателям оценивать качество труда. На основе тарифной системы разрабатываются и другие формы оплаты труда работников предприятий, организаций, учреждений. Среди них существенную роль играют доплаты к тарифной части заработной платы и надбавки к ней.

Формы системы заработной платы – это механизм установления размера заработка в зависимости от количественного результата и качества труда (его сложности, интенсивности, условий).

Для определения размеров заработной платы рабочих предприятия (организации), использующие традиционные подходы к организации оплаты труда, применяют:

Тарифная система – совокупность нормативов с помощью которых осуществляется дифференциация заработной платы работников разных категорий.

Тарифная ставка – фиксированный размер оплаты труда работника за выполнение нормы труда (обязанностей) определенной сложности (квалификации) за единицу времени.

Тарификация работы – отнесение видов труда к тарифным разрядам в зависимости от сложности выполняемых работ.

Тарифный разряд – величина, отражающая сложность труда и квалификацию работника.

Квалификационный разряд – величина, отражающая уровень профессиональной подготовки работника.

Тарифная сетка – совокупность тарифных разрядов, определенных в зависимости от сложности работ и квалификационных характеристик работников с помощью тарифных коэффициентов.

Тарифный коэффициент – это часовая тарифная ставка соответствующего разряда к часовой тарифной ставке первого разряда.

Тема 5. Проектно-технологическая документация.

Вопросы:

1. Нормативная и проектная документация.
2. Состав проектно-технологической документации.
3. Содержание проектно-технологической документации.

1. Нормативная и проектная документация.

1. Строительные нормы и правила. Основным нормативным документом в строительстве являются Строительные нормы и правила (СНиП) — свод регламентирующих положений по составлению проектно-сметной документации, осуществлению промышленного, гражданского и других видов строительства, эксплуатации и ремонту зданий, сооружений и конструкций. Строительные нормы и правила состоят из пяти частей: 1 — организация, управление, экономика; 2—нормы проектирования; 3—организация, производство и приемка работ; 4—сметные нормы; 5— нормы затрат материальных и трудовых ресурсов.

Регламентация правил технологии и организации строительного производства приведена в третьей части Строительных норм и правил, содержащей все необходимые указания и требования к выполнению строительно-монтажных работ, безопасному ведению и их приемке, контролю качества строительной продукции.

Строительные нормы и правила являются обязательными для всех проектных, строительных и монтажных организаций, предприятий промышленности строительных материалов и конструкций независимо от их ведомственной подчиненности, а также для ведомств, осуществляющих приемку строительных работ.

Ведомства и министерства в дополнении к СНиПу выпускают инструкции и указания, учитывающие особенности выполнения строительных процессов в тех или иных местных условиях.

Строительные нормы и правила по мере повышения технического уровня строительства и освоения передового опыта строительного производства периодически пересматривают и обновляют.

2. Проектная документация. Для успешного строительства зданий, сооружений и их комплексов разрабатываются проектные материалы по организации строительства и производству работ в виде проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства работ (ППР), в которых решаются все вопросы технологии и организации строительного производства.

Проект организации строительства разрабатывается с целью обеспечения своевременного ввода в эксплуатацию производственных мощностей и объектов жилищно-фажданского строительства с наименьшими затратами при высоком качестве за счет повышения организационно-технического уровня строительства. ПОС является основой для распределения капитальных вложений и объемов строительно-монтажных работ по годам и периодам строительства, а также для обоснования сметной стоимости строительства. ПОС разрабатывает генеральная проектная организация.

Проект производства работ является дальнейшим развитием основных решений, принятых в ПОС, и разрабатывается в целях определения наиболее эффективных методов выполнения строительно-монтажных работ, способствующих снижению их себестоимости и трудоемкости, сокращению продолжительности строительства объектов, повышению степени использования строительных машин и оборудования, улучшению качества строительно-монтажных работ. Осуществление строительства без проектов производства работ запрещается.

Строительные нормы и правила состоят из пяти частей:

- 1 — организация, управление, экономика;
- 2 — нормы проектирования;

- 3—организация, производство и приемка работ;
- 4—сметные нормы;
- 5— нормы затрат материальных и трудовых ресурсов.

Регламентация правил технологии и организации строительного производства приведена в третьей части Строительных норм и правил, содержащей все необходимые указания и требования к выполнению строительномонтажных работ, безопасному ведению и их приемке, контролю качества строительной продукции.

Строительные нормы и правила являются обязательными для всех проектных, строительных и монтажных организаций, предприятий промышленности строительных материалов и конструкций независимо от их ведомственной подчиненности, а также для ведомств, осуществляющих приемку строительных работ.

Ведомства и министерства в дополнении к СНиПу выпускают инструкции и указания, учитывающие особенности выполнения строительных процессов в тех или иных местных условиях.

Строительные нормы и правила по мере повышения технического уровня строительства и освоения передового опыта строительного производства периодически пересматривают и обновляют.

ПОС и ППР должны составляться на прогрессивных инженерных решениях и основываться на индустриализации строительного производства, совершенствовании методов и форм его организации. Номенклатура и объем проектной документации, а также степень ее детализации обуславливаются характером строящегося объекта и сложностью конкретных условий (регламентируется СНиП 3.01.01—95 и последующими изданиями).

2. Состав проектно-технологической документации.

В ПТД входят проект организации строительства (ПОС) и проект производства работ (ППР).

Состав и содержание ПТД, необходимой для осуществления работ на объекте устанавливаются участниками инвестиционного процесса в контракте на его строительство, в зависимости от вида строительства, сложности объекта, условий строительства, объемов работ и т.д.

Все строительно-монтажные работы должны осуществляться в соответствии с ПОС и ППР. Отступления от решений этих проектов в обязательном порядке должны быть согласованы с организациями, разработавшими и утвердившими эти проекты.

ПОС разрабатывает проектная организация или по ее заказу другая проектная организация (имеющая лицензию на этот вид проектирования).

ПОС входит разделом «Организация строительства» в состав проекта или рабочего проекта и является обязательным документом для заказчика, подрядных организаций, а также организаций, осуществляющих финансирование и материально-техническое обеспечение строительства. Руководствуясь решениями, принятыми в ПОС, на стадии рабочих чертежей строительная организация за счет своих денежных средств разрабатывает ППР.

Исходными материалами для разработки ПОС служат:

1) технико-экономические обоснования (ТЭО) строительства или расчеты, обосновывающие хозяйственную необходимость и экономическую целесообразность строительства данного объекта и задание на его проектирование;

2) материалы инженерных изысканий (при реконструкции объектов – материалы их предпроектного технического обследования);

3) рекомендуемые генеральной подрядной и субподрядной организациями решения по применению материалов и конструкций, средств механизации СМР; порядку обеспечения строительства энергетическими ресурсами, водой, временными инженерными сетями, а также местными строительными материалами;

4) сведения об условиях поставки и транспортирования с предприятий-поставщиков строительных конструкций, готовых изделий, материалов и оборудования;

5) объемно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений и принципиальные технологические схемы основного производства объекта, подлежащего строительству с разбивкой на пусковые комплексы;

6) другие сведения, данные и мероприятия, необходимые для разработки проекта организации строительства.

В состав ПОС включаются:

1) календарный план строительства, в котором определяются сроки и очередность строительства основных и вспомогательных зданий и сооружений;

2) календарный план на подготовительный период составляется отдельно (с распределением объемов работ по месяцам);

3) строительные генеральные планы для подготовительного и основного периодов строительства;

4) организационно-технологические схемы, определяющие оптимальную последовательность возведения зданий и сооружений с указанием технологической последовательности работ;

5) ведомость объемов основных строительных, монтажных и специальных строительных работ, определенных проектно-сметной документацией;

6) ведомость потребности в строительных конструкциях, изделиях, материалах и оборудовании ;

7) график потребности в основных строительных машинах и транспортных средствах;

8) график потребности в кадрах строителей по основным категориям;

9) пояснительная записка, содержащая краткую характеристику условий строительства, описание методов производства основных работ, указания о методах осуществления инструментального контроля за качеством сооружений; мероприятия по охране труда и технике безопасности; перечень усло-

вий сохранения окружающей природной среды, необходимые расчеты, обоснования и ТЭП.

Исходными материалами для разработки ППР служат:

- 1) задание на разработку;
- 2) ПОС;
- 3) необходимая рабочая документация;
- 4) условия поставки конструкций, готовых изделий, материалов и оборудования; использования строительных машин и транспортных средств, обеспечение рабочими кадрами строителей по основным профессиям, производственно-технологической комплектации и перевозки строительных грузов;
- 5) материалы и результаты технического обследования действующих предприятий, зданий и сооружений при их реконструкции, а также требования к выполнению строительных, монтажных и специальных работ в условиях действующего предприятия;
- 6) действующие нормативные документы.

Состав ППР:

- 1) календарный план производства работ по объекту или комплексный сетевой график, в которых устанавливаются последовательность и сроки выполнения работ с максимально возможным их совмещением;
- 2) строительный генеральный план;
- 3) технологические карты (схемы) на выполнение отдельных видов работ с включением схем операционного контроля качества, описанием методов производства работ, указанием трудозатрат и потребности в материалах, машинах, оснастке, приспособлениях и средствах защиты работающих;
- 4) решения по производству геодезических работ;
- 5) решения по технике безопасности;
- 6) решения по прокладке временных сетей водо-, тепло- и энергоснабжения и освещения (в том числе аварийного) строительной площадки и рабочих мест;

7) перечни технологического инвентаря и монтажной оснастки, а также схемы строповки грузов;

8) пояснительная записка, содержащая обоснования принятых решений по методам работ, расчеты ресурсов и ТЭП.

3. Содержание проектно-технологической документации.

Правильно организовать строительное производство можно лишь при наличии комплексной проектно-технологической документации - проектов организации строительства (ПОС) и производства работ (ППР) - Проектная организация строительства разрабатывает Генпроектировщик или по его заказу другая проектная организация, ПОС является обязательным документом для заказчика и организаций, осуществляет строительство и материально-техническое снабжение объекта.

Проект организации строительства включает в себя следующие документы:

- календарный план строительства
- строительные генеральные планы
- организационно-технологические схемы
- ведомости объемов основных работ
- ведомость потребности в строительных материалах и оборудовании с распределением по периодам строительства
- пояснительная записка

Геодезическая документация

Проект производства геодезических работ (ППГР) содержит следующие разделы:

- организация геодезических работ на строительной площадке
- основные геодезические работы
- геодезическое обеспечение при возведении зданий и сооружений

Производственно-техническая документация

Техдокументация:

- заводские паспорта на железобетонные изделия
- сертификаты на метал конструкции
- комплектующий ведомости
- накладные

Основным документом производственной документации является Журнал производства работ.

ЖПР необходим для того, чтобы зафиксировать важнейшие факторы строительства.

Его заполняет ответственное за строительство данного объекта лицо.

Цели, задачи и структура технологического проектирования.

Целью технологического проектирования является разработка таких оптимальных технологических решений и организационных условий, которые могут обеспечить рациональное, стабильное и ритмичное выполнение проектируемого строительного процесса в намеченные сроки с минимальным расходом ресурсов.

Технологическое проектирование может осуществляться по 3-м направлениям:

- разработка новых технологических решений с использованием новых материалов, конструкций, средств механизации или нормативов, а также в условиях производства работ не встречавшихся

- разработка рациональных типовых решений

- разработка способов выполнения строит процессов с использованием имеющихся материалов, конструкция и механизмов.

При проектировании строит процесса должны быть выполнены:

- определение применяемого по технико-экономическим показателям варианта технологического решения.

- определение оптимального развития процесса

- документирование строит процесса

Себестоимость, трудоемкость продолжительность выполнения строительного процесса.

Себестоимость процесса - выражение в денежной форме затрат на его выполнение.

Трудоемкость - затраты труда на его выполнение (человеко-час, человеко-день).

Продолжительность выполнения - затраты времени на выполнение конкретного объема работ.

**Тема 6. Инженерная подготовка строительной площадки.
Транспортирование, погрузка-разгрузка и складирование
строительных грузов**

Вопросы:

1. Создание опорной геодезической основы.
2. Расчистка территории. Отвод поверхностных и грунтовых вод.
3. Строительные грузы и виды транспорта.
4. Погрузочно-разгрузочные работы и складирование строительных грузов.

1. Создание опорной геодезической основы.

При инженерной подготовке строительной площадки выполняют комплекс процессов по созданию геодезической разбивочной основы, расчистке и планировке территории, отводе поверхностных и грунтовых вод с территории стройплощадки.

Геодезическая разбивка включает в себя:

- а) создание опорной геодезической сети, разбивку стройплощадки на квадраты с закреплением вершин реперами, поверочное нивелирование территории;
- б) разбивку зданий и сооружений на местности, их привязку к опорной геодезической сети;
- в) устройство обноски, закрепление осей сооружений.

Опорную геодезическую разбивочную основу создают в виде:

- а) *строительной сетки* – продольных и поперечных осей, определяющих расположение на местности группы сооружений;
- б) *красных линий* – продольных или поперечных осей, определяющих положение на местности и габариты отдельного сооружения.

в) *полигонометрических* или *теодолитных ходов* вдоль трасс и осей линейных сооружений (каналов, трубопроводов и др.);

г) *сетей триангуляции* с привязкой главных осей крупных ГТС (гидроузлов, плотин, мостов).

Закрепление вершин опорной геодезической сети сетки осуществляется временными (металлические штыри и деревянные колья) и постоянными знаками с плановой точкой (в виде забетонированных обрезков труб, рельсов и т.п. на глубину свыше 1 м. ниже глубины промерзания грунта). Последнее позволяет использовать их в качестве высотных опорных пунктов (строительных реперов). Высотная отметка репера должна быть получена не менее чем от 2 реперов государственной или местной геодезической сети. Подготовка геодезической основы – функция заказчика и она передается подрядной строительной организации за 10 дней до начала работ.

На базе геодезической основы ведут разбивочные работы с выносом и закреплением осевых линий, плановых размеров и высотного положения конструктивных элементов сооружения.

Для обозначения контуров котлованов под сооружения устанавливают на расстоянии 2-3 м. *сплошную* (по всему периметру) или *прерывную* (для прохода и проезда) строительную обноску, состоящую из врытых в грунт стоек и прикрепленных к ним на одном уровне досок. Оси сооружений показывают проволокой (причалкой), натянутой на вбитые в доски гвозди. С помощью отвесов, подвешенных к причалкам контролируют отметки дна котлована.



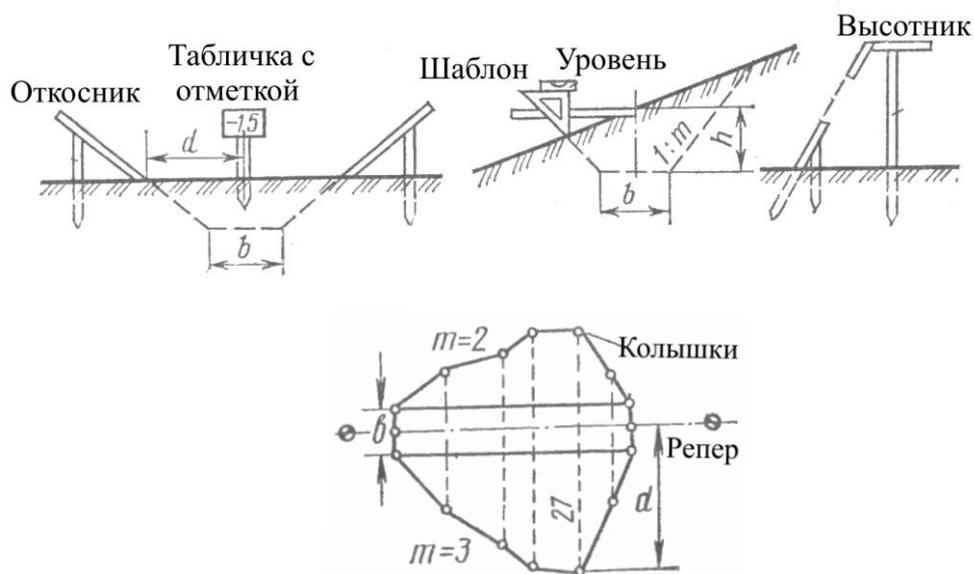


Рисунок 6.1 – Геодезическая разбивка

Для линейных сооружений в выемке или насыпи (например, каналов или автодорог) проводят поикетную или в характерных местах рельефа разбивку поперечников. Элементы откосов задают откосниками, высоту насыпи – высотниками с откосниками, глубину выемки - табличками с отметками, расположенными на расстоянии $d = b/2 + mh$ от бровки выемки.

При разбивке тела плотин и дамб контуры насыпи закрепляют деревянными кольшками и устанавливают в них откосники. Гребень обозначают высотниками с откосниками. Деревянные шаблоны в последующем извлекаются из тела насыпи (для предотвращения образования пустот из-за гниения дерева). Точность разбивки определяется точностью земляных работ – порядка ± 50 мм.

2. Расчистка территории. Отвод поверхностных и грунтовых вод.

В комплекс работ по расчистке территории входят:

- а) пересадка или защита ценных зеленых насаждений;
- б) расчистка площадки от ненужных деревьев, кустарника, корчевка пней.

Валка деревьев производится с помощью механических и бензомоторных пил, бульдозерами, тракторами с трелевочно-корчевальными лебедками. Предварительно рекомендуется расчистка от кустарника и мелкоколосья кусторезами и корчевателями-собирателями.

Корчевание пней в диаметре до 50 см. осуществляется теми же тракторами и бульдозерами, а свыше – корчевателями-собирателями и взрывным способом;

в) *снятие плодородного слоя почвы* (толщиной от 20 до 120 см в зависимости от типа почв) и перемещение в отвалы грунта для хранения и последующей рекультивации. Операция осуществляется бульдозерами, грейдерами и скреперами;

г) *снос и разборка строений*, осуществляемая общестроительными (бульдозеры, краны, сменное оборудование на одноковшовых экскаваторах в виде гидро-, шар- и клин-молотов и т.п.) и специальными (отбойные молотки, бетоноизмельчители и др.) машинами, механизмами и приспособлениями;

д) *отсоединение и перенос инженерных сетей и коммуникаций*. Осуществляется по согласованию с эксплуатирующей организацией.

Отвод поверхностных и грунтовых вод включает в себя:

а) *устройство нагорных и водоотводных канав, обваловывание*;

Устраиваются бульдозерами с поворотным отвалом, грейдерами или экскаваторами на расстоянии не менее 5 м. от постоянной выемки и 3 м. от временной. Поперечное сечение и уклоны рассчитываются на максимальный ливневый (или смешанный) расход 10%-ой обеспеченности. Продольный уклон принимают не менее 0,003. Скорости течения не должны при этом превышать: $V_{\text{незаиляющая}} < V_{\text{средняя}} < V_{\text{неразмывающая}}$. Русло крепится от размыва дёрном, каменной наброской, фашинами;

б) *открытый и закрытый дренаж*. Применяется для понижения уровня грунтовых вод при их высоком стоянии. Открытый дренаж устраивают в виде канав глубиной 0,5-0,7 м., на дно которых иногда укладывают слой дренажного материала (песка, щебня, гравия). Закрытый дренаж устраивают

пластовый (в виде слоя дренирующего материала) и *трубчатый* (из уложенных на дно траншеи перфорированных а/ц, пластмассовых труб, трубофильтров из пористого бетона и керамзитостекла и т.п.);

в) *планировка поверхности строительной площадки*. Предназначается для отвода поверхностных вод непосредственно с территории стройплощадки и производится бульдозерами, грейдерами или скреперами.

3. Строительные грузы и виды транспорта.

Строительные грузы классифицируют на девять видов:

сыпучие — песок, щебень, гравий, грунты;

порошкообразные — цемент, известь, гипс, мел;

тестообразные — бетонная смесь, раствор, известковое тесто;

жидкие — бензин, керосин, смазочные масла;

мелкоштучные — кирпич, бутовый камень, бидоны с краской;

штучные — оконные и дверные блоки, железобетонные панели и плиты; *длинномерные* — колонны, фермы, трубы, лесоматериалы;

крупнообъемные — блок-комнаты, крупногабаритные контейнеры;

тяжеловесные — железобетонные элементы значительной массы, технологическое оборудование, строительные машины.

Грузы перемещают горизонтальным и вертикальным транспортом. *Горизонтальным транспортом* грузы перемещают от места их получения до объектов строительства и на самих объектах. *Вертикальным транспортом* поднимают и опускают конструкции, детали, материалы при погрузочно-разгрузочных работах и в рабочей зоне строящегося объекта.

По отношению к строительной площадке различают внешний, внутрипостроечный и объектный горизонтальный транспорт. С помощью *внешнего транспорта* перевозят строительные грузы, поступающие на строительную площадку извне. *Внутрипостроечный транспорт* обеспечивает перемеще-

ние грузов по территории строительства, а *объектный транспорт* — перемещение непосредственно на объекте.

Внешние горизонтальные перевозки осуществляют безрельсовым, рельсовым, водным и воздушным видами транспорта.

В качестве *безрельсового* используют автомобильный (до 80% перевозок) и тракторный транспорт (в условиях бездорожья).

В качестве *рельсового* транспорта используют железнодорожный (до 20% перевозок).

Водный транспорт — наиболее дешевый вид транспорта при перевозках на значительные расстояния (до 5% перевозок).

Воздушный транспорт используют для доставки грузов в труднодоступные места с помощью самолетов и монтажа конструкций вертолетами и дирижаблями.

4. Погрузочно-разгрузочные работы и складирование строительных грузов

Для механизации погрузочно-разгрузочных работ используют общестроительные и специальные машины и механизмы.

По принципу работы все они подразделяются на работающие независимо от транспортных средств и являющиеся частью конструкции транспортных средств.

В первую группу входят краны, погрузчики, ленточные конвейеры, механические лопаты, пневматические разгрузчики и др. Ко второй группе относятся автомобили-самосвалы, средства для саморазгрузки и др.

Специальные погрузочно-разгрузочные и обычные краны (кран-балки, мостовые краны, козловые, башенные, стреловые на пневмоколесном и гусеничном ходу, автокраны и др.) работают на погрузке и разгрузке лесоматериалов, щебня, гравия, песка и других сыпучих материалов.

Погрузчики в строительстве используются одноковшовые, автопогрузчики и многоковшовые погрузчики.

Одноковшовые погрузчики оборудованы ковшом для погрузки и выгрузки сыпучих и кусковых материалов, вилочными подхватами, челюстным захватом, бульдозерным отвалом, рыхлителем, обратной лопатой и др. Их используют для выгрузки и перемещения материалов на небольшие расстояния, подачи их к машинам, загрузки приемных устройств бетонных узлов и для различных вспомогательных работ. Многоковшовые погрузчики предназначены для погрузки сыпучих и мелкокусковых материалов в автосамосвалы и другие транспортные средства. Основным рабочим органом автопогрузчиков является телескопический подъемник с вилочным подхватом

Для выгрузки сыпучих материалов из крытых железнодорожных вагонов применяют *механические лопаты*, которые действуют по принципу подтягивания скребковых щитов лебедками.

К саморазгружающимся транспортным средствам относятся автосамосвалы, цементовозы и саморазгружающиеся автомобили, которые имеют устройства для бескрановой саморазгрузки длинномерных конструкций, лесоматериалов и т. п.

Применение контейнеризации и пакетирования дает значительный экономический эффект из-за сокращения затрат труда и лучшей сохранности продукции. Пакетом называют укрупненный груз (грузовое место). Контейнеры применяют универсальные и специализированные (например, для линолеума), а поддоны—ящичные, стоечные и плоские.

Доставленные на стройплощадку материальные элементы складировать на приобъектных складах для создания производственного запаса. Различают запас текущий и страховочный. Страховой запас должен компенсировать неравномерность пополнения текущего запаса. Для определения уровня производственного запаса действуют нормативы, зависящие от типа перевозок, их дальности и вида строительного груза (от 5 до 30 дней).

Приобъектные склады устраивают закрытыми, полузакрытыми (навесы) и открытыми. Для каждого материала отводят зоны складирования, отделяемые друг от друга сквозными проходами по 1 м. Каждый материальный элемент хранится в соответствии со своими правилами:

- *кирпич* хранят в поддонах и штабелях высотой до 1,6 м. отдельно по сортам и маркам;

- *сборные ж/б и бетонные изделия* укладывают в штабеля на деревянные подкладки квадратного сечения со стороной 6-8 см. Места укладки должны соответствовать рискам на элементах. Высота штабеля зависит от вида конструкций, обычно не превышает 2-4 ряда и может достигать 2,5 м;

- *стальные конструкции* укладывают штабелями с перекрестным расположением рядов. Все сборные конструкции необходимо по возможности хранить в их проектном положении.

Тема 7. Технология разработки грунта. Общие положения.

Вопросы:

1. Виды земляных сооружений. Баланс грунтовых масс.
2. Способы производства земляных работ.
3. Производство земляных работ в зимних условиях.
4. Контроль качества земляных работ.

1. Виды земляных сооружений и работ. Баланс грунтовых масс

Все земляные сооружения делят на выемки и насыпи. К выемкам относят сооружения, расположенные ниже поверхности, а к насыпям - сооружения, возводимые отсыпкой грунта выше дневной поверхности. Сооружения из грунта, располагаемые частично в выемке, частично в насыпи, относят к полувыемкам, если преобладает выемка, или к полунасыпям, если преобладает насыпь.

В зависимости от назначения выемки делят на профильные (деловые), являющиеся частью строящихся сооружений, и непрофильные (карьеры, резервы), из которых берут грунт для насыпных сооружений. С учетом срока службы земляные сооружения считают постоянными или временными, возводимыми на время производства строительных работ.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Крутизна откосов сооружений характеризуется коэффициентами заложения откосов

$$m = L/H = \operatorname{ctg} \alpha = 1/\operatorname{tg} \alpha, \quad (7.1)$$

где L - длина горизонтальной проекции откоса;

H -глубина выемки или высота насыпи;

α - угол наклона поверхности откоса к горизонтальной поверхности.

Крутизна откосов постоянных земляных сооружений задается проектом из условия их устойчивости. В скальных грунтах она обычно не меньше единицы.

Крутизну откосов временных котлованов и траншей назначают с учетом грунтов и глубины выемок.

При глубине выемок более 5 м крутизну откосов определяют расчетом из условия их устойчивости. В переувлажненных грунтах с высоким уровнем грунтовых вод откосы принимают не круче 1:1.

Для водохозяйственного строительства наиболее характерны следующие земляные сооружения: русла открытых каналов в выемках, полувыемках, полунасыпях и насыпях; траншеи под трубопроводы и горизонтальный дренаж; котлованы под различные сооружения; земляные насыпные плотины и дамбы.

В особый вид работ следует выделить планировочные работы, выполняемые для выравнивания поверхности поля и придания ему заданного уклона. При их выполнении срезают грунт с повышенных мест и отсыпают его в понижения с общим выравниванием поверхности.

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

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

Проектные (их называют также геометрические или профильные) объемы вычисляют по геометрическим размерам, предусмотренным проектом сооружения. Для земляных сооружений в выемке и в полувыемке проектный объем определяют по геометрическим размерам выемки, а для сооружений в

полунасыпи и насыпи - по геометрическим размерам насыпных частей в соответствии с проектными размерами. Производственные объемы работ соответствуют фактически выполненным с учетом дополнительных объемов, появляющихся при повторных переработках (перекидках) грунта, а также с учетом удаления и замены непригодных грунтов, переуплотнения их в профильных насыпях, необходимого запаса на осадку насыпи и основания сооружения. Обобщение опыта производства работ по строительству каналов показывает, что соотношение между профильными $V_{\text{проф}}$ и производственными $V_{\text{произв}}$ объемами работ определяется соотношением:

$$V_{\text{произв}} = (1,3 \dots 2,0) V_{\text{проф}} \quad (7.2)$$

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

Баланс грунтовых масс - это проектный документ, отражающий рациональное распределение грунта между выемками и насыпями. Его составляют в виде схем и таблиц (табл. 3.1) с учетом наилучшего использования грунта из профильных выемок для возведения насыпей при минимальных дальностях перемещения грунта и минимальной общей стоимости земляных работ по объекту.

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

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

Таблица 7.1 – Баланс грунтовых масс

Выемки		Насыпи			
Наименование	Объем	Отвал грунта	Земляная часть плотины	Временный отвал	Обратная засыпка пазух
Котлован	V_I	v_1	v_3	v_6	-
Карьер	V_{II}	-	v_4	-	v_8
Отводящий канал	V_{III}	v_2	v_5	v_7	-
Из временных отвалов	V_{IV}	-	-	-	v_9

2. Способы производства земляных работ

Все известные приемы выполнения земляных работ принято делить на четыре способа: механический, гидравлический, взрывной, ручной (табл. 16). Кроме того, широко распространены комбинированные приемы с различным сочетанием перечисленных способов. Способ производства работ механическими средствами предусматривает применение для разработки, транспорта и укладки грунта машин и механизмов.

Способ гидромеханизации заключается в том, что грунт разрабатывается, транспортируется и укладывается с помощью воды, которая на месте разработки превращает грунт в гидросмесь, движущуюся по законам гидрав-

лики; на месте укладки создаются условия для выпадения частиц грунта в осадок и сброса осветленной воды.

Взрывной способ заключается в том, что с помощью разных механических средств устраивают предварительные выработки небольшого объема для закладки зарядов взрывчатых веществ. Энергия взрыва используется для разработки грунта в выемках и отбрасывания его за пределы выемки.

Выбор того или иного способа производства работ зависит от многих факторов: физических свойств грунтов, размеров и форм выемок и насыпей, мощности средств механизации, наличия или отсутствия воды или трудности ее подвода на место работ, стоимости единицы объема работ, трудоемкости, объемов работ, (в том числе на единицу длины выемки или насыпи), энергоемкости на единицу объема работ, наличия или отсутствия источников энергии, сроков производства работ.

При возможности использования всех способов производства работ требуется экономическое сравнение.

В условиях гидромелиоративного строительства большую часть объемов земляных работ выполняют с помощью механических средств (машин).

Таблица 7.2 - Характеристика основных способов производства земляных работ в строительстве (по В. Н. Шафранскому)

Способ производства земляных работ	Удельный вес работ, %	Особенности применения
Механический (машинами)	95	Универсальный способ, пригодный для любых условий и размеров сооружений, требуется рыхление скальных, мерзлых и плотных грунтов, большое разнообразие применяемых машин.
Гидромеханизация	4	Применяется только на несвязных и малосвязных грунтах, непригоден для малогабаритных земляных сооружений, требуется наличие больших объемов воды (в среднем 10 м ³ на 1 м ³ грунта), большая энергоемкость.

Взрывной	До 1	Применяется для рыхления скальных, мерзлых и плотных грунтов, а также для выброса грунтов любого вида.
Ручной	» 0,1	Большая трудоемкость и стоимость, применяется при очень малых объемах работ, отсутствии нужных механизмов и для отделочных работ, требующих высокой степени точности.

Так как многие виды работ в гидромелиоративном строительстве по условиям их производства не отличаются от подобных работ при строительстве сооружений иного назначения (например, дорог, объектов промышленного и гражданского строительства, карьеров строительных материалов и др.), то для их выполнения применяют общестроительные машины. Однако в гидромелиоративном строительстве имеются специфические виды работ (нарезка каналов мелкой сети, устройство трубчатого дренажа, очистка каналов от наносов и растительности, устройство противofильтрационных одежд и др.), требующие применения специальных мелиоративных машин.

При производстве земляных работ выполняют три основных строительных процесса: разработку, транспортировку и укладку грунта. Кроме того, проводят подготовительные работы на площади будущего сооружения или полосы по трассе канала (валка и свodka леса, корчевка пней, срезка кустарника, рыхление тяжелых грунтов, уборка камней).

Ведущий процесс при земляных работах - разработка грунта, выполняемая в основном землеройными и землеройно-транспортными машинами. Применение того или иного типа машин определяется видом грунтов, их состоянием и размерами земляных сооружений. Относительные объемы земляных работ, выполняемые в водном хозяйстве разными машинами, характеризуются такими цифрами (в %):

одноковшовые экскаваторы	26
многоковшовые экскаваторы	4
скреперы	22
бульдозеры	40
прочие средства механизации	8

Следует иметь в виду неравномерность использования перечисленных машин по мелиоративным зонам. Так, в зоне осушительных мелиорации почти не применяют скреперы и значительно шире используют специализированные многоковшовые экскаваторы.

В последние годы уменьшается удельный вес работ, выполняемых одноковшовыми экскаваторами, вследствие использования более экономичных землеройно-транспортных машин и специализированных машин непрерывного действия. Такая тенденция сохранится и в будущем.

Земляные работы выполняют с перемещением механизмов или только их рабочих органов - ковшей. Различают продольный способ разработки грунта, когда механизм или рабочий орган движется вдоль оси сооружения, и поперечный - при их перемещении под прямым или близким к нему углом к оси сооружения.

3. Производство земляных работ в зимних условиях

Специфика земляных работ зимой.

Выполнение земляных работ зимой связано с трудностями, обусловленными главным образом изменением свойств грунтов при замерзании в них свободной воды. Резко возрастает прочность грунтов на сжатие и сопротивление их резанию и копанию. С понижением температуры и увеличением начальной влажности трудность их разработки резко возрастает.

Кроме того, при низких температурах и ветре снижается трудоспособность рабочих, усложняются условия эксплуатации строительных машин, увеличивается их износ, появляются дополнительные операции (расчистка от снега, рыхление и уборка мерзлого грунта). Все это приводит к снижению производительности труда и удорожанию работ.

Увеличение трудоемкости и стоимости работ находится в прямой зависимости от глубины промерзания грунта и длительности морозного периода.

Глубина промерзания грунта в большой степени зависит от вида грунтов, их влажности, длительности морозного периода.

Глубину промерзания грунта получают по данным метеостанций, а при их отсутствии вычисляют приближенно по формуле А. Н. Будникова (или других авторов):

$$H_m = 1,72\lambda\sqrt{T_n C}, \quad (7.3)$$

где λ - коэффициент теплопроводности грунта, Вт /($m \text{ } ^\circ C$).

T- средняя из среднемесячных температур воздуха в зимний период;

n- число дней с отрицательной температурой;

C- коэффициент уменьшения глубины промерзания при снежном покрове;

Слой снега, м	0,1	0,2	0,25	0,40
C	0,2	0,4	0,35	0,3

Разработанные в мерзлом состоянии грунты имеют большую пористость, что характеризуется коэффициентами разрыхления $K_p = 1,35 \dots 1,5$. Так как мерзлые грунты при укладке обычно не уплотняют, необходимо предусматривать значительный запас на осадку насыпей отсыпаемых из мерзлых грунтов.

В связи со значительным увеличением трудоемкости и стоимости для производства земляных работ зимой следует выбирать объекты с такими условиями, при которых в меньшей степени будет сказываться влияние изменения свойств грунтов. К ним относят объекты с сухими сыпучими, скальными, торфянистыми труднопроходимыми летом грунтами, места с меньшей глубиной промерзания при большом снежном покрове и травянистой растительностью, сосредоточенные выемки с глубиной разработки, значительно превышающей глубину промерзания грунта.

Успешное выполнение земляных работ в зимнее время обеспечивается правильной проектной и соответствующей организационно-технической подготовкой. Для этого должны быть собраны и оценены климатические условия района. Их можно наглядно оформить в виде сводных графиков.

Разработка мерзлых грунтов. В настоящее время применяют многочисленные приемы разработки грунта зимой. Все их можно разделить на четыре группы: предохранение от промерзания, рыхление, непосредственная разработка, отопев мерзлых грунтов.

При производстве работ на больших площадях наиболее эффективно выполнять подготовительные работы с осени для уменьшения глубины промерзания грунта путем увеличения его пористости, утепления, внесения химических веществ, образующих растворы с низкой температурой замерзания (чаще всего поваренная соль).

Рыхление на глубину 25...30 см проводят рыхлителями, плугами, а перелопачивание и буртование на глубину промерзаемого слоя - землеройными машинами.

Необходимую толщину защитного утепляющего слоя можно найти на основании теплотехнических расчетов с учетом свойств используемых материалов. Приблизительно толщину защитного слоя утеплителя можно вычислить по формуле

$$h_y = \frac{H_m - r_1 h_c}{r_2} r_3, \quad (7.4)$$

где H_m - ожидаемая глубина промерзания грунта без утеплителя и снежного покрова, см;

h_c - толщина снежного покрова, см;

r_1 - коэффициент сравнительной теплопроводности для снега (3-рыхлого; 2 - слежавшегося; 1,5 - подтаявшего);

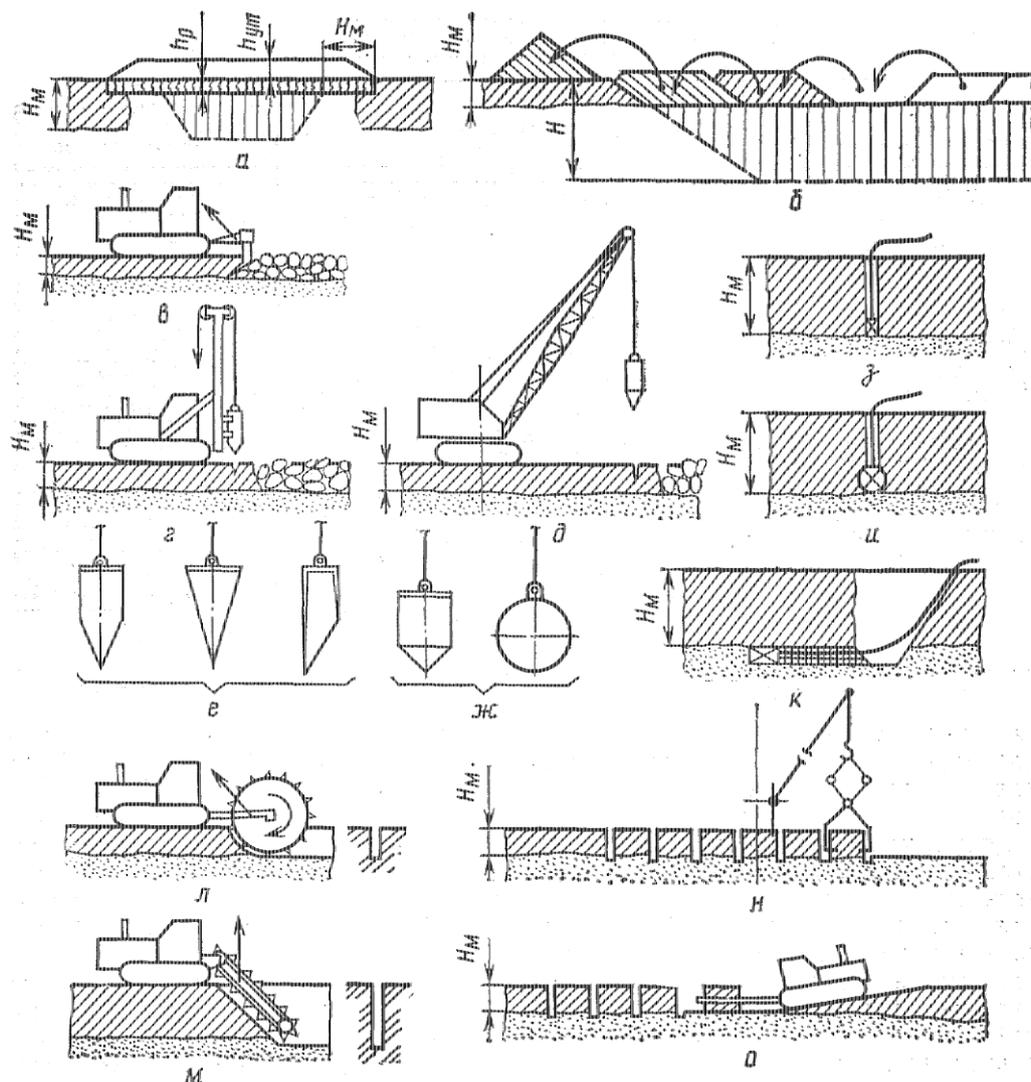
r_2 - коэффициент уменьшения промерзания грунта под слоем теплозащитного материала (табл. 50);

r_3 - коэффициент ухудшения теплоизоляционных свойств утеплителя за счет уплотнения ($\sim 1,3$).

Для теплозащиты грунта в районах с устойчивыми отрицательными температурами возможно применять пенолед, намораживая с осени искусственно приготовленную пену. Слой пенольда толщиной 0,5 м уменьшает глубину промерзания грунта на 1 м. При неустойчивых отрицательных температурах и достаточном экономическом обосновании можно использовать синтетические утеплители типа пенополистирола.

Замерзание грунта можно предотвратить внесением в грунт с осени поваренной соли или других солей, образующих при растворении в грунтовых водах незамерзающие растворы.

Необходимая концентрация раствора зависит от температуры промерзающего грунта. Расход поваренной соли на 1 м³ грунта колеблется для III температурной зоны от 3...4,5 кг для песчаных до 5...9,5 кг для глинистых грунтов, в зависимости от сроков выполнения работ (в начале или в конце зимы).



- а -рыхление и утепление грунта над выемкой с осени;
- б - перелопачивание грунта в пределах глубины промерзания;
- в, г, д - рыхление мерзлого грунта механическим способом;
- е - клинья для рыхления грунта ударным способом;
- ж - сбрасываемые грузы для дробления грунта;
- з, и, к - рыхление грунта взрывным способом;
- л, м - дисковый и баровый рабочие органы для нарезки щелей;
- к, о - приемы уборки блоков мерзлого грунта после нарезки щелей.

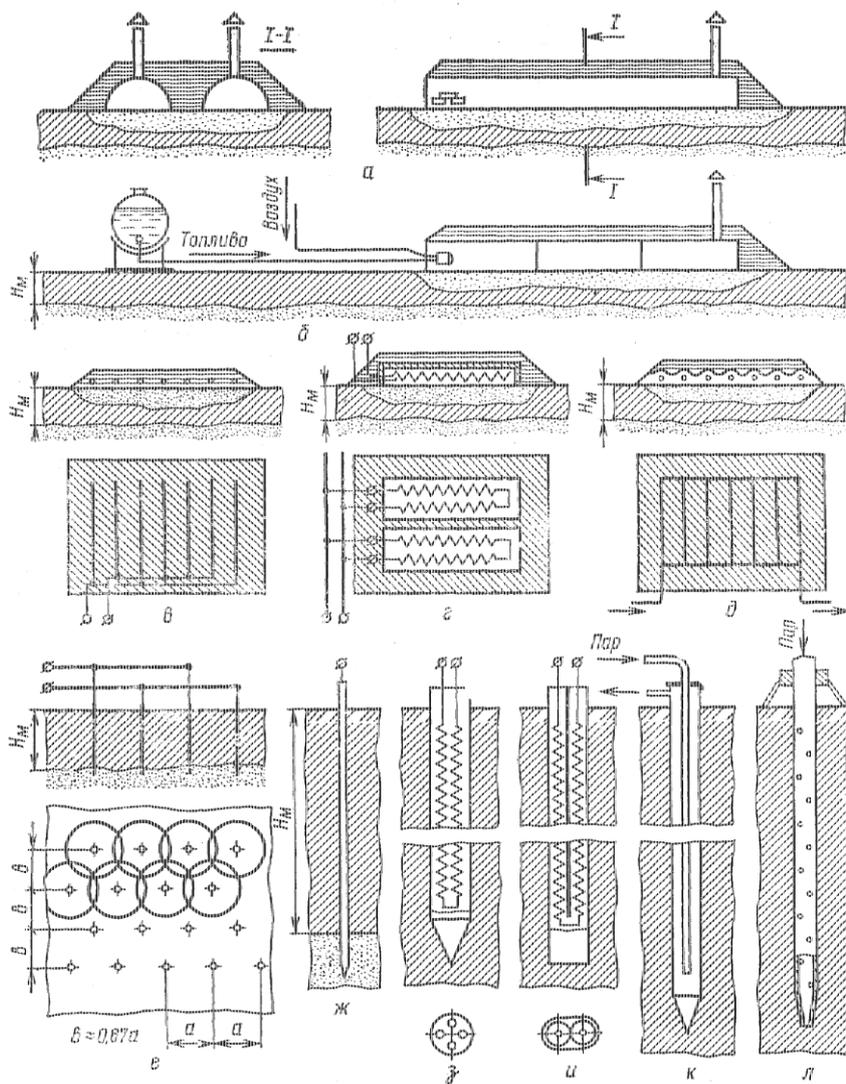
Рисунок 7.1 - Способы уменьшения глубины промерзания, рыхления и разработки мерзлого грунта:

Мерзлые грунты рыхлят либо механическими средствами, либо взрывным способом. При малой глубине промерзания грунт рыхлят с помощью тракторных прицепных и навесных рыхлителей на глубину от 0,7 м.

Мощность двигателя трактора, кВт	79 132 228
Глубина рыхления,	0,35 0,4 0,7

При большей глубине промерзания рыхление ведут сколом клиньями или дроблением ударом, а также взрывным способом с применением шпуров (при $H_M < 2$ м), горизонтальных рукавов (при $H_M = 2 \dots 3$ м), минных камер (при $H_M > 3$ м) только с зубьями из специальной и линейных щелевых зарядов. Легкими одноковшовыми экскаваторами разрабатывают грунт при глубине промерзания до 0,25 м, крупными - до 0,4 м, а многоковшовыми траншейными - только с зубьями из специальной стали.

При блочном способе разработки грунта мерзлый слой с помощью щелевых машин (баровых, дисковых) разрезают на мелкие (до 0,6 м) или крупные (до 2 м) блоки и удаляют их за пределы разрабатываемой площади. Дальнейшую разработку ведут обычными способами, не допуская замерзания грунта.



а, б-с поверхности огневым способом с использованием твердого и жидкого топлива;

в- поверхностными электродами;

г- глубинными стержневыми электродами;

ж- конец глубинного электрода в зоне не мерзлого грунта;

з, и- глубинные трубчатые электронагреватели (тены);

к- циркуляционная паровая или водяная игла;

л- перфорированная паровая игла для подогрева грунта острым паром.

Рисунок 7.2 - Способы оттаивания мерзлого грунта

4. Контроль качества земляных работ

Качество земляных работ следует контролировать непосредственно в процессе их выполнения, после окончания работ на объекте или на участке крупного объекта, при приемке работ от исполнителей. Контроль проводится так же при сдаче законченных объектов Государственной приемной комиссии. Общие требования, которым должны удовлетворять выполненные работы, изложены в соответствующих главах части 3 СНиП. В развитии общих требований СНиП разработаны ведомственные, а в некоторых случаях и местные инструкции по производству и приемке работ

В ходе выполнения и при сдаче земляных работ контролируют:

- положение выполненных выемок и насыпей в пространстве (плановое и высотное);
- геометрические размеры земляных сооружений и ровность поверхностей;
- свойства грунтов, используемых для возведения насыпных сооружений и залегающих в основании сооружений;
- качество укладки грунтов в профильные насыпи (плотины, дамбы, дороги) и обратные засыпки (пазухи сооружений, траншей).

Заданное в пространстве положение выемок и насыпей обеспечивается правильной геодезической разбивкой, выполняемой перед началом работ в соответствии с проектным положением сооружения.

До начала земляных работ геодезическими методами проводят привязку и разбивку осей выемок и насыпей. Положение границ выемки и насыпей по отношению к осевым линиям обычно находят более простыми измерениями на местности. Аналогичным способом проверяют плановое расположение сооружений после их возведения. Отметки верха профильных насыпей, глубину выемок проверяют контрольной нивелировкой с привязкой ходов к постоянным реперам. При возведении и контроле профильных насыпей, отметки верха которых твердо заданы, следует учитывать запас на осадку грун-

та в теле насыпи, а на сжимаемых грунтах - и на осадку основания. Для сооружений, возводимых на лессовых грунтах, необходимо учитывать ожидаемую по прогнозу их просадку.

Для получения заданной крутизны откосов выемок и насыпей обычно используют шаблоны и откосомеры разных конструкций

При контроле размеров и положения сооружений следует проверять: плановое расположение 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; расположение и оформление резервов, карьеров берм, бровок и других элементов земляных сооружений; обеспечение стока поверхностных вод без застоя в понижениях, перегороженных насыпями, приканальными дамбами, кавальерами, отвалами.

Обеспечить в натуре точные проектные размеры земляных сооружений часто невозможно из-за несоответствия им габаритов рабочих органов и параметров машин, а также из-за технологических особенностей способов разработки (при гидромеханизации, взрывных работах). В связи с этим СНиП и ведомственными нормами предусмотрены предельные отклонения заданных размеров и отметок. Они установлены с учетом условий эксплуатации сооружений, их размеров, способов выполнения.

Оценку свойств грунтов в основаниях сооружений, в карьерах и резервах проводят для установления соответствия их ранее принятым при проектировании сооружений. Для этого определяют вид грунта, его плотность, влажность, пластичность, а для сооружений I II классов капитальности - и другие показатели: механический состав, коэффициент сдвига, фильтрационные свойства.

На те части сооружений и объектов, которые не могут быть показаны принимающим комиссиям, оформляют акты на скрытые работы. Необходимая степень уплотнения грунта в таких насыпях задается средней плотно-

стью уплотненного грунта в сухом состоянии и обычно указана в проекте сооружения.

Для оценки плотности грунта на строительстве применяют следующие методы: режущего кольца, шурфиков, пенетрации, радиометрический (изучаются в курсе «Грунтоведение»),

Контрольные пробы отбирают от каждых 100...200 м³ уложенных грунтов, не содержащих крупных включений, и от каждых 200...400 м³ грунтов с включениями крупных фракций.

Влажность грунта обычно определяют стандартным термостатно - весовым способом, выдерживая бюксы с пробами (5...7г) в сушильном шкафу при 100...105°С в течение 4...6 ч до постоянной массы.

Для ускоренного определения влажности в условиях строительства допускается применение метода обжига грунта. Влажность при этом вычисляют так же, как и при стандартном методе, но пробы грунта высушивают в фарфоровых чашечках путем выжигания в них спирта, которым после взвешивания заливают влажный грунт. Массу сухого грунта определяют через 1...2 мин после выгорания спирта. Этот метод значительно сокращает время определения влажности (15...20 мин на 10 проб), но погрешность в определениях достигает ±1 %. Метод обжига нельзя применять для грунтов с большим содержанием органических остатков (более 5 %).

Тема 8. Способы производства земляных работ.

Вопросы:

1. Способы производства земляных работ и условия их применения.
2. Сущность и условия применения гидромеханизации.
3. Разработка грунта

1. Способы производства земляных работ и условия их применения

Земляные работы, в зависимости от строительных свойств грунта, осуществляют гидромеханическим, взрывным, комбинированным, механическим, ручным или другими специальными способами.

Гидромеханический способ состоит в разработке грунта напорной водяной струей гидромониторных установок или всасывании грунта со дна водоемов плавучими землесосными снарядами. Грунт разрабатывается, транспортируется и укладывается с помощью воды, которая на месте разработки превращается в гидросмесь, движущуюся по законам гидравлики; на месте укладки создаются условия для выпадения частиц грунта в осадок и сброса осветленной воды.

Взрывной способ основан на использовании силы взрывной волны различных взрывчатых веществ, заложенных в специально устроенные шпурсы, скважины или шурфы, и является одним из эффективных средств механизации трудоемких и тяжелых работ. Энергия взрыва используется для разработки грунта в выемках и отбрасывания его за пределы выемки.

Механический способ заключается в разработке грунта землеройными и землеройно-транспортными машинами. Он является основным, так как им в строительстве выполняется 80...85 % земляных работ.

При производстве земляных работ выполняют три основных строительных процесса: разработку, транспортировку и укладку грунта. Кроме того, проводят подготовительные работы на площади будущего строения.

Ведущий процесс при земляных работах принадлежит разработке грунта, который выполняют в основном землеройными и землеройно-транспортными машинами. Применение того или иного типа машин определяется видом грунтов, их состоянием и размерами земляных сооружений.

Комбинированный способ представляет сочетание указанных выше способов и зависит от условий разработки. Наиболее часто применяют сочетание механического способа с гидромеханическим или взрывным.

Наличие различного вида строительных машин, механизмов и специального оборудования еще не обеспечивает полной ликвидации ручного труда, особенно при выполнении малых объемов земляных работ (зачистка и планировка траншей, приямков, отделка откосов, подготовка песчаных подушек под фундаменты, засыпка, разравнивание и уплотнение грунтов в стесненных условиях и т. п.).

Контроль качества при производстве земляных работ

Контроль качества земляных работ заключается в систематическом наблюдении и проверке соответствия выполняемых работ проектной документации, требованиям СНиП, инструкций и руководств по специальным видам работ. Для этого организуют повседневный операционный контроль качества работ, который осуществляется производителем работ и мастером с привлечением представителей лаборатории грунтов и геодезической службы.

В процессе возведения насыпей, при планировке площадей, предварительно изучают строительные свойства грунтов, предназначенных для устройства этих сооружений. Контролируют толщину и степень уплотнения отсыпаемых слоев, влажность грунта, ритм работы машин по укатке. Плотность грунта проверяют лабораторным исследованием отбираемых проб. Особенно важно тщательно наблюдать за качеством грунтов и их уплотнением в зимних условиях. Количество мерзлого грунта не должно превышать установленных пределов.

При устройстве временных сооружений (котлованов, траншей) проверяют горизонтальную привязку, правильность разбивки осей, вертикальные

отметки. Случайные переборы грунта, заполняют грунтом, однородным вынужденному с последующим уплотнением его, а в особо ответственных случаях — тощим бетоном.

При намыве площадей ведется контроль пульпы и сбросной воды, а также грунта, укладываемого в сооружение.

На законченные части земляных сооружений, на скрытые работы, составляют акты.

Приемка работ по планировке. Состоит в установлении соответствии проектных отметок и уклонов спланированной поверхности; степени уплотнения грунта; проверки отсутствия переувлажненных участков и мест просадок. Отклонение от проекта вертикальной планировки не должно превышать по уклонам водоотводных каналов $\pm 0,0005$ (проверка нивелирования через 50 м) по толщине снятия плодородного слоя $\pm 10\%$ на 1000 м^3 .

Обратная засыпка. Контролируют ровность основания котлованов, его высоту, ровность отсыпанного грунта, нивелирование или погружение в него щупа и плотность скелета грунта в уплотненном слое методом режущих колец. В зимнее время промерзание основания, наличие снега на дне котлована не допускается.

Приемка насыпей и выемок заключается в проверке в натуре положения земляного сооружения, его геометрических размеров, отметок дна, устройства водоотвода, степени уплотнения грунтов.

Принимая котлованы и траншеи, проверяют соответствие проекту их размеров, отметок, качества грунта в основании, правильность устройства креплений. После освидетельствования выполненных работ разрешается устраивать фундаменты, укладывать трубы и т.д.

2. Сущность и условия применения гидромеханизации

Гидромеханизация – это способ производства земляных работ, при котором разработка, транспортировка и укладка грунта осуществляется с по-

мощью воды. Гидромеханизация отличается малой трудоемкостью (в 3-6 раз ниже насыпного способа) и себестоимостью 1 м^3 намывного грунта (1,5-2 раза ниже). Это обусловило использование данного способа при строительстве свыше 200 плотин и дамб в странах бывшего СССР. К недостаткам этого способа работ следует отнести потребность в больших объемах воды ($q = 5 \dots 14 \text{ м}^3$ – при гидромониторном способе; $q = 6,5 \dots 22 \text{ м}^3$ – при рефулерном способе) и большую энергоемкость.

При воздействии воды на грунт образуется гидросмесь (пульпа) – механическая смесь воды с частицами грунта. Пульпа существует только в движении. При его прекращении из гидросмеси выпадают частицы грунта, и она превращается в осветленную воду.

Разработка может вестись следующими способами:

1. Поток воды, движущейся по разрабатываемой поверхности.
2. Всасыванием грунта из-под воды грунтовыми насосами (рефулерный способ).
3. Напорной струей, размывающей грунт (гидромониторный способ).

Гидромеханизацией разрабатывают все грунты, но преимущественно несвязные и малосвязные (используемые для укладки в качественные насыпи). При оценке их строительных свойств учитывают дополнительно средний диаметр частиц грунта \bar{d} , коэффициент неоднородности механического состава ($E = d_{60\%} / d_{10\%}$), гидравлическую крупность частиц ω (скорость оседания частиц в стоячей воде), абразивные свойства.

При рефулерном способе их подразделяют по трудности разработки на 8 групп, а при гидромониторном – на 6 групп. Свойства пульпы характеризуются консистенцией, концентрацией и плотностью.

Консистенция – отношение объема (или плотности) грунта, находящегося в определенном объеме гидросмеси, к объему (или плотности) воды, содержащейся в этом же объеме (в среднем 1:10):

$$K_o = T/V \text{ или } K_o = 1/q, \quad (8.1)$$

где T и B – количество частей грунта и воды в гидросмеси соответственно; q – удельный расход воды (по СНиП 3.02.01-87).

Концентрация – отношение плотности (или объема) грунта к плотности (или объему) гидросмеси:

$$K'_0 = T/(T+B) \quad (8.2)$$

Плотность пульпы (обычно $1,05 \dots 1,20 \text{ т/м}^3$) находится по формуле:

$$\gamma_{\text{п}} = (\gamma_{\text{с}} + q \cdot \gamma_0) / (\gamma_{\text{с}} / \gamma_{\text{т}} + q), \quad (8.3)$$

где $\gamma_{\text{с}}$ – средняя плотность сухого грунта ($1,4 \dots 1,9 \text{ т/м}^3$);

$\gamma_{\text{т}}$ – плотность частиц грунта ($2,55 \dots 2,7 \text{ т/м}^3$);

γ_0 – плотность воды (1 т/м^3).

Гидромеханизация представляет собой гидравлический способ производства земляных работ, состоящий в непосредственном использовании энергии водного потока для разработки, транспорта и укладки грунта.

При воздействии воды на грунт образуется гидросмесь - механическая смесь воды с частицами грунта. Гидросмесь существует только в движении. При его прекращении гидросмесь распадается на составляющие ее воду и грунт. Этим свойством гидросмеси пользуются для укладки или, иначе, намыва грунта. Разработка грунта может производиться следующими способами: потоком безнапорной воды, движущейся по разрабатываемой поверхности; путем всасывания грунта из-под воды грунтовыми насосами; напорной струей, размывающей грунт.

Транспорт гидросмеси может быть безнапорным, осуществляемым по канавам, лоткам и трубам, и напорным, осуществляемым по трубам. При гидравлическом транспорте скорость движения потока гидросмеси должна обеспечивать перемещение частиц грунта во взвешенном состоянии. На ме-

сте намыва поток гидросмеси растекается, теряет свою скорость и частицы грунта выпадают. Управление этим процессом позволяет укладывать грунт в требующихся границах и создавать таким путем намывные сооружения. Воду, отдавшую грунт, отводят за пределы сооружения.

Область и условия применения гидромеханизации

Гидромеханизация широко распространена. Ее применяют в гидротехническом, энергетическом, транспортном, гидромелиоративном и водохозяйственном строительстве, в горном деле, в цветной металлургии и т. д. С помощью гидромеханизации разрабатывают различные выемки и каналы, производят гидравлическую классификацию песчано-гравийных материалов, добывают полезные ископаемые, намывают территории, хвостохранилища, земляные плотины и дамбы и пр.

Возможность применения гидромеханизации зависит от характера грунтов, наличия воды и электроэнергии.

В принципе все грунты поддаются разработке, транспорту и укладке способом гидромеханизации. Но не все грунты, разработанные способом гидромеханизации, можно использовать для качественной укладки. Наиболее приемлемы для разработки и намыва песчаные и гравелисто-песчаные грунты.

Вода является основным средством выполнения земляных работ способом гидромеханизации и поэтому должна быть в достаточном количестве на месте его применения. Количество воды, необходимой для разработки и транспорта 1 м^3 грунта, колеблется от 3,5 до 30 м^3 .

Количество электроэнергии, требующейся для переработки 1 м^3 грунта, составляет в среднем 3,5-5 кВт-ч.

Гидромеханизация отличается от других способов земляных работ непрерывностью и поточностью технологического процесса, малой металлоемкостью, простотой и экономичностью, причем весь ее технологический процесс может быть автоматизирован. При транспортировке грунта водой не требуется устройство грунтовозных дорог, а гидравлическая укладка грунта

не связана с использованием увлажняющих, разравнивающих и уплотняющих механизмов.

Благодаря высокой эффективности гидромеханизации из года в год растут объемы ее работ и расширяется область ее применения. Этот способ позволяет осуществлять крупные народнохозяйственные мероприятия по защите, восстановлению и улучшению окружающей природной среды. С помощью гидромеханизации в СССР возведено более 200 плотин и дамб. Одним только упомянутым выше трестом за 1946-1979 гг. намыто свыше 150 плотин и дамб объемом намыва 800 млн. м^3 , причем суточная производительность гидромеханизированных работ достигала 310 тыс. м^3 .

К недостаткам способа следует отнести возможность заболачивания территории и водоисточника при намыве. Но они могут быть устроены с минимальным нарушением естественного состояния природы.

3. Разработка грунта

Безнапорный размыв или смыв грунта безнапорной водой. Этот размыв основан на размывающей и влекущей способности потока воды. Его применение возможно в тех случаях, когда имеются условия для смыва грунта под действием стекающего с возвышенных мест потока воды или при увеличении скорости потока воды, протекающего в земляном русле.

Землесосная разработка. Разработка грунта земснарядами наиболее широко применяется в гидротехническом строительстве. Земснарядами называют несамоходные или самоходные суда, специально оборудованные для разработки грунта. Первые применяют на строительстве, а вторые - при дноуглублении. В отличие от дноуглубительных строительные земснаряды не автономны в питании электроэнергией.

На плавучем земснаряде основным агрегатом является грунтовой насос, отличающийся от центробежного насоса тем, что он приспособлен к перекачиванию не чистой воды, а гидросмеси, содержащей отдельные круп-

ные включения размерами до 0,7 диаметра всасывающего патрубка. Остальное оборудование является вспомогательным. При работе грунтового насоса во всасывающей трубе, опущенной под уровень воды, создается разрежение, частицы грунта отрываются от массива и вместе с водой засасываются в грунтовой насос, перекачивающий образовавшуюся гидросмесь к месту укладки грунта. Объем засасываемого грунта зависит от его гранулометрического состава, плотности и связности, формы поперечного сечения устья всасывающей трубы, скорости всасывания, расстояния от устья всасывающей трубы до разрабатываемого грунта и скорости ее перемещения. Излишняя скорость перемещения влечет за собой большой просор грунта. Последний, как правило, не превышает 20 % всего объема разрабатываемого грунта. Эффективность разработки плотных связных грунтов повышается применением рыхлителей различных конструкций (гидравлических, фрезерных, роторных, ковшовых и др.). Обычно земснаряды оборудуют рыхлителями фрезерного типа с ножами. Наиболее эффективны из них фрезы с отвально-направляющими поверхностями отечественной конструкции.

Земснаряд при разработке грунта периодически подсоединяется в специальных местах с помощью плавучего трубопровода к береговому магистральному трубопроводу. Чтобы плавучий трубопровод не сносило на снаряд, последний работает против течения, скорость которого не должна превышать 0,75 м/с.

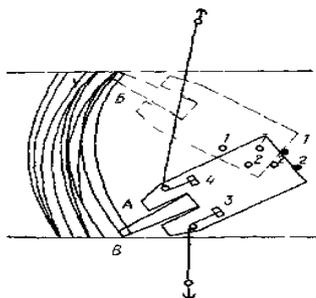


Рисунок 8.1 - Схема свайного папильонирования

Участок, разрабатываемый земснарядом, разбивается на карты и блоки. Картой называют площадь, разрабатываемую с одного берегового присоеди-

нения, блоком - площадь, разрабатываемую с одного положения берегового магистрального трубопровода (рис 8.1).

В руслах рек и водоемах земснаряд начинает работу сразу. Но если разрабатываемый участок удален от водоисточника, то выполняют входную прорезь, по которой его подают к месту работ. В случае большого удаления участка отрывают пионерный котлован, в котором монтируют земснаряд, и организуют водоснабжение. При этом применяют снаряды со сборным корпусом, например блочный разборный земснаряд 250-60БР, и при дефиците воды оборотное водоснабжение. Когда глубина выемки превышает глубину разработки земснаряда, ее выполняют двумя уступами с понижением уровня воды в выемке при разработке нижнего уступа.

В случае разработки котлованов под бетонные гидротехнические сооружения оставляют защитный слой толщиной 0,5-2,0 м, который дорабатывают сухим способом.

Интенсификация землесосной разработки достигается помимо гидравлического и механического разрыхления применением погружных грунтовых насосов, видоизменяющихся рам разрыхлителей и эжекторным грунтозабором. В последнем случае глубина разработки повышается до 30 м.

Часовую производительность земснарядов по гидросмеси, м³/ч, определяют по формуле:

$$Q_{cm} = W(1 - n + q)/(8mtc), \quad (8.4)$$

где W - объем подлежащего разработке грунта, м³,

n - пористость разрабатываемого грунта, в среднем равная 0,4;

q - удельный расход воды, м³,

8 - число часов в смене,

m - число смен в сутки,

t - число рабочих дней в месяце,

c - число месяцев работы.

Необходимое число земснарядов:

$$N_{3G} = Q_{cm} \cdot (Q_{3c} r_b a), \quad (8.5)$$

где Q_{3c} - часовая производительность снаряда, м³/ч;

r_b - коэффициент, учитывающий использование земснаряда по времени;

a - коэффициент, учитывающий влияние высоты забоя

Согласно ЕНиР, коэффициент r_b зависит от способа намыва грунта и профиля намываемого сооружения изменяется от 0,6 до 0,85. При расчете числа земснарядов следует принимать более низкие значения r_b , так как в течение года наблюдается ряд простоев, не учтенных в ЕНиР.

Согласно последним также принимается и коэффициент a зависящий от отношения действительной высоты забоя к оптимальной. Если общая высота забоя меньше минимальной, то вводится поправочный коэффициент $a=0,85-0,95$

Окончательно число земснарядов и их тип устанавливаются при проектировании причем необходимо иметь в виду, что чем крупнее земснаряд, тем выше его эффективность.

Гидромониторная разработка. Гидромониторная разработка состоит в размыве грунта напорной струей воды вылетающей из насадки гидромонитора. Разрушение грунта происходит в результате потери частицами сцепления при динамическом воздействии струи воды в момент удара и проникания воды по порам и трещинам в размываемой грунт. Полученная гидросмесь движется самотеком к месту укладки грунта или чаще в зумпф - приемник грунтонасосной установки. Вместимость зумпфа должна обеспечивать непрерывную работу грунтового насоса в течение 1—2 мин.

Гидромониторы, представляющие собой приспособленные для размыва грунта снаряды, подразделяют по способу управления на управляемые вручную и дистанционно и по способу передвижки на снаряды, требующие демонтажа разводящего водовода, по которому к ним подается вода, и передви-

гаемые в процессе работы ° помощью гидравлических домкратов, для чего используются телескопические трубы.

Наиболее распространены гидромониторы марок 1М-250, ГМН-250С, ГМД-250, ГМДУ-300 и ГМ-350. Здесь цифрами обозначен диаметр входного патрубка, мм. Исключением является гидромонитор последней марки, Диаметр входного патрубка которого равен 500 мм Максимальная подача гидромониторов изменяется от 1550 до 4500 м³/ч.

Основным элементом гидромонитора является ствол, заканчивающийся насадкой, формирующей водяную струю. Насадки сменные и их диаметр определяются условиями размыва грунта. При вылете из насадки струя имеет большую плотность и форму, близкую к цилиндрической. Затем по мере удаления от насадки струя насыщается воздухом, становится менее плотной и принимает конусообразную форму. В зависимости от степени насыщения воздухом три участка струи. Для разрушения грунта наиболее эффективен первый участок и совершенно неэффективен третий участок. Длина участков зависит от диаметра насадки и напора на вылете из нее.

Полное давление струи на вылете из насадки, Н:

$$P = 2\gamma_w \omega H , \quad (8.6)$$

где γ_w - удельный вес воды, Н/м³,

ω -площадь сечения насадки, м² ;

Н - напор на вылете из насадки, м.

Удельное сопротивление струи:

$$p_0 = 0,2H \quad (8.7)$$

Водоснабжение гидромониторных работ может быть прямое и обратное. В последнем случае потери воды составляют 20-30 %. Для водоснабже-

ния на реках и водоемах в зависимости от колебания уровня воды в них применяют стационарные или плавучие насосные станции. От них вода по магистральным водоводам подается к месту работ в забои и по разводящим водоводам поступает в гидромониторы.

Разработка струей воды несвязного и связного грунта производится различно. Несвязные грунты обычно легко разрабатываются, и поэтому для их размыва требуется только сосредоточенное воздействие струи воды. Связные грунты размываются труднее и требуют удельных давлений для размыва. Последний производится в два приема: вначале уступ подрезается и обрушивается путем создания вруба, а затем уже смывается разрыхленный грунт. В обоих случаях с увеличением расхода струи возрастает производительность размыва и улучшаются условия транспортировки гидросмеси.

Для повышения эффективности разработки грунта применяют предварительное его рыхление путем взрывов, насыщение его водой и различные средства механизации в процессе смыва.

По условиям техники безопасности гидромонитор должен находиться в забое на расстоянии от размываемого уступа

$$L_{\min} = H_y. \quad (8.8)$$

По мере разработки грунта гидромонитор передвигается на расстояние:

$$L_{\text{перед}} = L_{\max} - L_{\min}, \quad (8.9)$$

где L_{\max} - предельная дальность полета струи, м.

Предельная дальность полета струи может быть приблизительно определена по формуле А. М. Царевского:

$$L_{\max} = d^4 \sqrt{\alpha}, \quad (8.10)$$

где d -диаметр насад, мм;

α - угол наклона струи к горизонту, град.

Передвижку гидромонитора осуществляют без остановки размыва, для чего в забое устанавливают резервные гидромониторы. Поскольку обычно применяют звенья труб стандартной длины в 6 м, шаг передвижки гидромонитора кратен шести.

Применяют две схемы размыва грунта гидромониторами: снизу вверх при встречном забое и сверху вниз при попутном забое. При встречном забое, наиболее часто применяемом на практике, гидромонитор устанавливают на подошве забоя или нижней площадке уступа и его струю направляют навстречу потоку гидросмеси. При попутном забое гидромонитор устанавливают на верхней площадке уступа и направление его струи совпадает с направлением потока гидросмеси. Иногда применяют совмещение обеих схем размыва - разработку грунта попутно-встречным забоем.

При гидромониторной разработке используют передвижные грунтонасосные установки. Грунтовой насос может быть смонтирован на металлических салазках или пэне, представляющем собой жесткую платформу. Передвигаются они с помощью трактора или лебедки. Насос может быть смонтирован на понтоне и в этом случае передвигаться на плаву.

Поверхность нижней площадки уступа или подошвы забоя при размыве имеет вид гребенки, в результате чего образуется недомыв грунта. Недомыв уменьшается с уменьшением расстояния от зумпфа до размываемого уступа, что происходит при частых передвижках грунтонасосной установки. Чтобы часто не передвигать установку и в то же время уменьшить объем недомыва, удлиняют всасывающую трубу грунтового насоса и применяют инжекторное устройство. Обычно шаг передвижки грунтонасосной установки принимают равным 90-100 м. Кроме того, для уменьшения объема недомыва применяют бульдозеры и экскаваторы, которые подают грунт к месту размыва его гидромониторами.

Расход воды через насадку гидромонитора, $\text{м}^3/\text{с}$, находят по известной в гидравлике формуле истечения воды из отверстия, которая в результате преобразований с учетом принятия коэффициента расхода $\mu_d = 0,945$ имеет вид:

$$q = 3,28 d_0 \sqrt{H}, \quad (8.11)$$

где d_0 - диаметр выходного отверстия насадки, м;

H - напор на вылете из насадки, м

Подача насосной станции, $\text{м}^3/\text{с}$:

$$Q = Wq / (8 \text{мч} k_B). \quad (8.12)$$

Число гидромониторов:

$$N = Q / q \quad (8.13)$$

Производительность гидромониторов и их число должны быть согласованы с производительностью грунтонасосных установок.

Забой может состоять из одного или нескольких уступов, что определяется глубиной выемки. Уступ делят на блоки по числу передвижных гидромониторно - грунтонасосных установок. Блоки делят на карты, которые разрабатывают с одной стоянки передвижной грунтонасосной установки.

Тема 9. Определение объемов земляных масс

Вопросы:

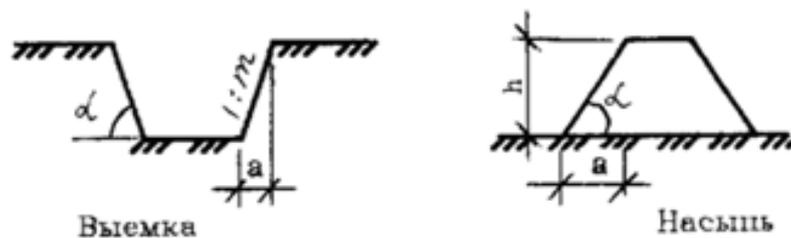
1. Основные понятия. Земляные сооружения. Элементы откосов выемки и насыпи.
2. Подсчет объемов земляных работ при вертикальной планировке площадки и разработке котлована.
3. Определение объемов земляных масс в котлованах и траншеях. Метод поперечников.

1. Основные понятия. Земляные сооружения. Элементы откосов выемки и насыпи.

Земляные работы – работы по перемещению, укладке, уплотнению грунта.

Виды земляных сооружений постоянные и временные: **выемки** (земляные сооружения расположенные ниже дневной поверхности); **насыпи** (сооружения расположенные выше дневной поверхности); **котлован** (временная профильная выемка для возведения подземных частей сооружений); **траншея** (линейно протяженная профильная выемка с вертикальными или наклонными стенками); **карьер** (непрофильная выемка, для добычи открытым способом полезных ископаемых и грунта); **резерв** (непрофильная линейно протяженная выемка, из которой берут грунт для строительства насыпных сооружений); **отвал** (непрофильная постоянная или временная насыпь, предназначенная для складирования грунта); **кавальер** (непрофильная постоянная линейная насыпь грунта вдоль протяженной профильной выемки); **шурф** (глубокая выемка с малыми размерами в плане).

Для устойчивости земляного сооружения выполняются откосы. Крутизна откосов земляных сооружений характеризуется коэффициентом заложением откосов.



где α – угол откоса; h – глубина выемки или высота насыпи; $1:m$ – крутизна откоса; m – коэффициент откоса; a - заложение откоса.

Рисунок 9.1 - Элементы откосов выемки и насыпи.

При глубине выемок > 5 м крутизну откосов определяют из условия их устойчивости. Объемы земляных работ определяют в соответствии с правилами вычисления геометрических фигур. Объемы земляных работ определяются по грунту в состоянии естественной плотности.

Баланс грунтовых масс – отражает рациональное распределение грунта между выемками и насыпями (в виде таблиц и схем с учетом наилучшего использования грунта из профильных выемок для возведения насыпей при минимальных дальностях перемещения грунта) .

Грунты и их свойства.

Грунт - горные породы, почвы, техногенные образования, представляющие собой многокомпонентную и многообразную геологическую систему.

Грунт скальный - грунт, состоящий из кристаллитов одного или нескольких минералов, имеющих жесткие структурные связи кристаллизационного типа.

Грунт полускальный - грунт, состоящий из одного или нескольких минералов, имеющих жесткие структурные связи цементационного типа.

Грунт дисперсный - грунт, состоящий из отдельных минеральных частиц (зерен) разного размера, слабосвязанных друг с другом; образуется в ре-

зультате выветривания скальных грунтов с последующей транспортировкой продуктов выветривания водным или золовым путем и их отложения.

Структура грунта- пространственная организация компонентов грунта, характеризующаяся совокупностью морфологических (размер, форма частиц, их количественное соотношение), геометрических (пространственная композиция структурных элементов) и энергетических признаков (тип структурных связей и общая энергия структуры) и определяемая составом, количественным соотношением и взаимодействием компонентов грунта.

Текстура грунта- пространственное расположение слагающих грунт элементов (слоистость, трещиноватость и др.).

Грунт глинистый - связный минеральный грунт, обладающий числом пластичности $I_p \geq 1$.

Песок - несвязный минеральный грунт, в котором масса частиц размером меньше 2 мм составляет более 50 % ($I_p = 0$).

Грунт крупнообломочный- несвязный минеральный грунт, в котором масса частиц размером крупнее 2 мм составляет более 50%. Почва - поверхностный плодородный слой дисперсного грунта, образованный под влиянием биогенного и атмосферного факторов.

Грунт набухающий - грунт, который при замачивании водой или другой жидкостью увеличивается в объеме и имеет относительную деформацию набухания (в условиях свободного набухания) - $e_{sw} \geq 0,04$.

Грунт просадочный - грунт, который под действием внешней нагрузки и собственного веса или только от собственного веса при замачивании водой или другой жидкостью претерпевает вертикальную деформацию (просадку) и имеет относительную деформацию просадки $s_l \geq 0,01$.

Характеристики физических свойств грунта: влажность, степень влажности, влажность на границе текучести, влажность на границе раскатывания, число пластичности, показатель текучести, плотность грунта, плотность частиц грунта, плотность скелета грунта, пористость, коэффициент пористости,

коэффициент фильтрации, сцепление, угол внутреннего трения, коэффициент Пуассона, модуль деформации грунта и др.

Увеличение объема грунта в результате разработки определяется с помощью коэффициента разрыхления. Различают коэффициент первоначального разрыхления (есть объем разрыхленного грунта разделить на объем грунта в естественном состоянии) и коэффициент остаточного разрыхления (есть объем уплотненного грунта разделить на объем грунта в естественном состоянии) .

К подготовительным работам относятся: подготовка территории, геодезическая разбивка, обеспечение водоотвода, прокладка дорог и др.

К вспомогательным работам относятся устройство временных креплений, водоотлив, понижение уровня грунтовых вод, искусственное закрепление слабых грунтов.

2. Подсчет объемов земляных работ при вертикальной планировке площадки и разработке котлована

Подсчет объемов земляных работ при вертикальной планировке площадки.

Различают планировку под естественный уклон, под заданную отметку, под нулевой баланс (проектная отметка находится из условия равенства объемов насыпи и выемки).

Различают следующие методы подсчета земляных масс: метод квадратных призм (площадку разбивают на квадраты) и метод треугольных призм (квадраты, далее, разбивают на треугольные призмы).

Расчет объема земляных масс при вертикальной площадке ведется в следующем порядке (рис.9.2):

1. На план площадки в горизонталях наносится планировочная сетка, которая делит участок на квадраты со сторонами от 20 (при сложном релье-

фе) до 100 м (при спокойном рельефе). Общее количество квадратов самое различное (это может быть и 200-300 квадратов).

2. В вершинах квадратов методом интерполяции определяют черные отметки (отметка естественного уровня земли).

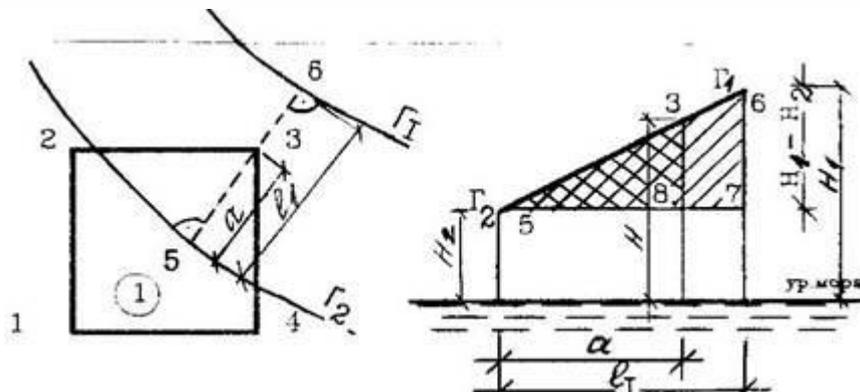


Рисунок 9.2 - К определению черных отметок вершин квадратов.

3. При планировке под заданную отметку и отсутствие уклонов красная отметка вершин квадратов одинакова и равна заданной. При планировке под заданную отметку и наличие уклонов с двух сторон красная отметка определяется по формуле (8.1):

$$H_{KPi} = H_{KPa} \pm i_1 \cdot a_1 \pm i_2 \cdot a_2 \quad (9.1)$$

Где $H_{кра}$ – заданная красная отметка ; i_1, i_2 – уклоны вдоль сторон площадки; a_1, a_2 – расстояния от точки a до заданной вершины квадрата;

4. При планировке под нулевой баланс и использовании метода квадратных призм определяется средняя планировочная отметка по формуле (8.2):

$$H_{KPCp} = \frac{\sum H_1 + 2 \cdot \sum H_2 + 4 \cdot \sum H_4}{4 \cdot n} \cdot [M] \quad (9.2)$$

При планировке под нулевой баланс и использовании метода треугольных призм средняя планировочная отметка определяется по формуле (8.3):

$$H_{KPCP} = \frac{\sum H_1 + 2 \cdot \sum H_2 + 3 \cdot \sum H_3 + \dots + 8 \cdot \sum H_8}{6 \cdot n} [M] \quad (9.3)$$

где $\sum H_1$ – сумма черных отметок, принадлежащих только одному квадрату (вершины квадратных призм в углах площадки),

$\sum H_2$ – сумма черных отметок, принадлежащих только двум квадратам и т.д.;

n – количество квадратов.

5. Определение рабочих отметок вершин квадратов:

$$h_{РАБ} = H_{ЧЕР} - H_{КР}, [M] \quad (9.4)$$

Если рабочая отметка имеет знак “+”, то это соответствует выемке, знак “-” – насыпи. Проставляем рабочие отметки в левом верхнем углу от вершины со своим знаком, черные – в правом верхнем углу, красные – в правом нижнем углу.

6. Построение линии нулевых работ. **Линия нулевых работ**-линия, соединяющая нулевые рабочие отметки. Применяем графический способ определения. Построение ведем на базисной линии с разными по знаку рабочими отметками. Для этого проводим мысленно перпендикуляры к базисной линии в вершинах с черными отметками разных знаков и в одном и том же масштабе, но в противоположные стороны откладываем рабочие отметки, полученные точки соединяем пунктирной линией. Там, где эта линия пересекает базисную линию (сторону квадрата) и есть нулевая рабочая отметка. Обходим все стороны квадратов, если на сторонах квадратов имеются рабочие отмет-

ки, определяем нулевые рабочие отметки, соединяем их ломанной линией. На площадке в зависимости от рельефа может быть несколько линий нулевых работ.

7. Определение объемов грунта в фигурах насыпи и выемки.

Линия нулевых работ разделила площадку на фигуры объемов грунта насыпи и фигуры выемки. Объем грунта в фигуре есть площадь этой фигуры умноженная на среднюю рабочую отметку фигуры (по абсолютной величине). Средняя рабочая отметка фигуры есть сумма рабочих отметок фигуры разделить на количество вершин фигуры. Суммируем объемы фигур насыпи и отдельно выемки. При планировке под нулевой баланс разность между суммарными объемами насыпи и выемки не должны превышать 5.

8. При необходимости возведения откосов объемы грунта в откосах суммируем к объемам грунта в прилежащих фигурах насыпи и выемки. Объемы грунта в угловых откосах (V_y) определяются по формуле (8.5), рядовых с одной нулевой отметкой (V_1) – (8.6), рядовых с двумя рабочими отметками (V_2) – (8.7).

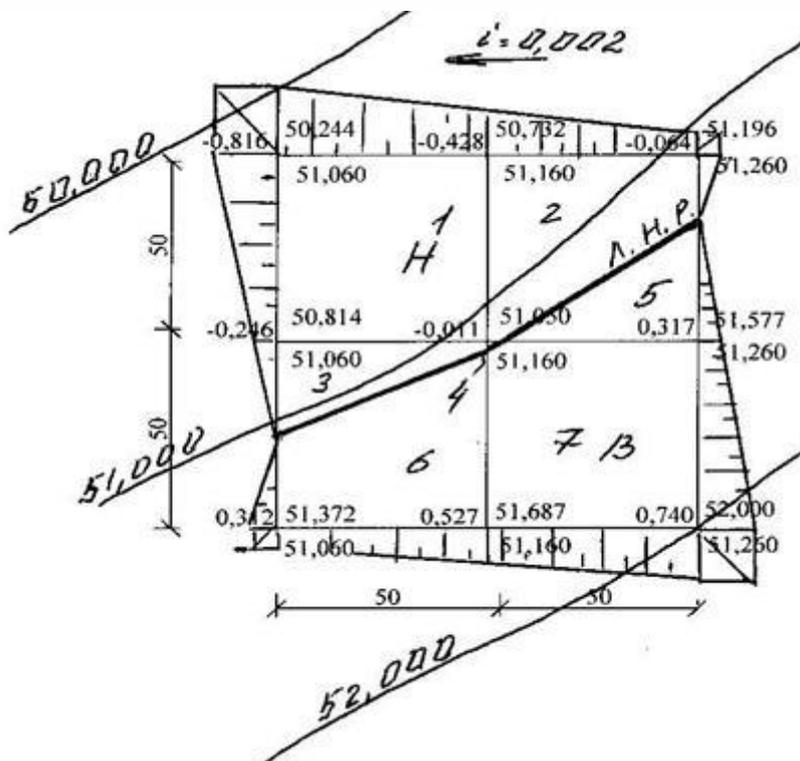


Рисунок 9.3 Определение объемов земляных масс методом квадратных призм.

$$V_y = \frac{m^2 \cdot h^3}{3} \quad (9.5)$$

$$V_2 = \frac{a_1 \cdot m \cdot h_1^2}{6} \quad (9.6)$$

$$V_2 = \frac{a \cdot m \cdot (h_1^2 + h_2^2)}{4} \quad (9.7)$$

Подсчет объемов земляных масс методом квадратных призм выполняется на практическом занятии.

3. Определение объемов земляных масс в котлованах и траншеях.

Метод поперечников

Объем котлованов (траншей) длиной “а”, огражденных с двух противоположных сторон наклонными стенками и имеющих ширину по дну “b” и по верху “d” определяют по формуле (8.8):

$$V = \frac{H}{2} a \cdot (b+d) \cdot [M^3] \quad (9.8)$$

Объем котлована, имеющего четыре наклонных стенки определяется по формуле (8.9):

$$V = \frac{H}{6} [a \cdot b + (a+c)(b+d) + c \cdot d] \cdot [M^3] \quad (9.9)$$

где “а” и “b” – ширина котлована по низу, “с” и “d” – ширина котлована по верху, “Н” – глубина котлована.

При сложном рельефе и больших размерах выемок используют метод поперечников. Для этого:

1. на плане котлована в поперечном направлении проводятся вертикальные секущие плоскости на расстоянии друг от друга, указанном в задании как шаг поперечников и строятся поперечные профили этих сечений с учетом откосов котлованов;

2. подсчитывается площадь поперечников; площадь каждого поперечного сечения котлована представляет собой сумму площадей элементарных фигур, входящих в поперечник;

3. подсчитывается объем грунта между соседними поперечниками как полусумма соседних поперечников умноженная на расстояние между соседними поперечниками (шаг поперечников); окончательно объем грунта в котловане равен сумме объемов грунта между всеми поперечниками и объемов грунта в торцевых поперечниках.

Подсчет объема грунта методом поперечников выполняется на практическом занятии.

Для рационального производства планировочных работ составляют план распределения земляных масс, исключающий повторные перевалы грунта и предусматривающий перевозку грунта из выемки в насыпь кратчайшим путем. Сумма произведений объемов выемок на среднюю дальность возки грунта (расстояние между центрами тяжести выемки и насыпи) должна быть минимальной. Перемещения грунта с участка на участок изображают в виде таблицы – балансовой ведомости земляных масс, а также составляют план перемещения земляных масс в графической форме с указанием объемов перевозимого грунта.

Тема 10. Технология механизированной разработки грунта.

Разработка грунта экскаваторами

Вопросы:

1. Область применения одноковшовых экскаваторов в гидротехническом строительстве.
2. Разработка грунта экскаваторами с рабочим оборудованием «драглайн» и «обратная лопата».
3. Разработка грунта экскаваторами с рабочим оборудованием «прямая лопата».

1. Область применения одноковшовых экскаваторов в гидротехническом строительстве

Одноковшовые экскаваторы относятся к машинам циклического действия. В гидротехническом строительстве применяют как универсальные общестроительные экскаваторы серий ЭО и Э ($q = 0,15-4 \text{ м}^3$), так и более крупные карьерные (серии ЭКГ), вскрышные (серии ЭВГ) и шагающие (серии ЭШ) с ковшами вместимостью $q = 4; 6; 8; 10 \text{ м}^3$ и более.

Наиболее распространенными видами сменного рабочего оборудования являются «прямая» и «обратная лопаты», драглайн и грейфер.

Таблица 10.1 - Область применения одноковшовых экскаваторов

Вид оборудования	Виды работ	Особенности применения
Драглайн	Устройство крупных котлованов, каналов, расчистка русел, разборка перемычек и др.	Разработка грунта ниже уровня стояния, экскавация грунта любой влажности и из-под воды, погрузка в отвал (преимущественно) и в транспортные средства
Обратная лопата	Устройство траншей, некрупных котлованов	Разработка грунта ниже уровня стояния, экскавация грунта любой влажности, погрузка в отвал и в транспортные средства

Продолжение таблицы 10.1

Прямая лопата	Разработка грунта в карьерах и крупных выемках	Разработка грунта выше уровня стояния, погрузка только в транспортные средства
Грейфер	Разработка грунта в колодцах, котлованах под опоры; погрузочно-разгрузочные работы; устройство ряжей	Разработка грунта как выше, так и ниже уровня стояния, используются в стесненных условиях

При разработке грунта одноковшовыми экскаваторами работы ведут позиционно. Зона, в которой действует экскаватор на данной позиции, называется *забоем*. По окончании копания грунта в данном забое экскаватор перемещается на новую позицию.

Процесс разработки грунта в одном цикле включает: резание грунта и заполнение ковша, подъем ковша с грунтом, поворот экскаватора вокруг оси к месту выгрузки, выгрузки грунта из ковша, обратный поворот экскаватора в забой, опускание ковша и подача его в исходное положение.

Основные рабочие параметры одноковшовых экскаваторов следующие: радиус резания R_p , радиус выгрузки R_v , высота выгрузки H_v , глубина резания H_p . Значения этих параметров, как правило, зависят от размеров рабочего оборудования, его вида и особенностей.

Радиус резания—это расстояние от оси вращения экскаватора до зубьев ковша при врезании его в грунт.

Радиус выгрузки — расстояние от оси вращения до центра тяжести ковша в момент выгрузки грунта.

Высота выгрузки — расстояние от уровня стояния экскаватора до нижней части ковша в момент выгрузки грунта.

Глубина резания (копания) — наибольшая глубина выемки, которая может быть образована экскаватором с одной стоянки от поверхности разрабатываемого грунта до дна забоя. Для «прямых лопат» вместо глубины резания существует максимально возможная высота копания.

У драглайнов и обратных лопат все параметры зависят от способа разработки грунта.

2. Разработка грунта экскаваторами с рабочим оборудованием «драглайн» и «обратная лопата»

Ковш экскаватора-драглайн навешивается на канатах на удлиненную стрелу кранового типа. Забрасывая ковш в выемку на расстояние, иногда 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.

Применяют следующие основные способы разработки грунта драглайнами:

- *лобовую* (продольную, торцевую) разработку применяют для нешироких выемок при соблюдении условий:

$$R_B \geq A$$

$$H_p \geq H$$

$$H_B \geq H_k$$

$$b \geq 1,5b_k$$

При продольной разработке оптимальный шаг экскаватора составляет $Ш = 1/5 L_{\text{стрелы}}$.

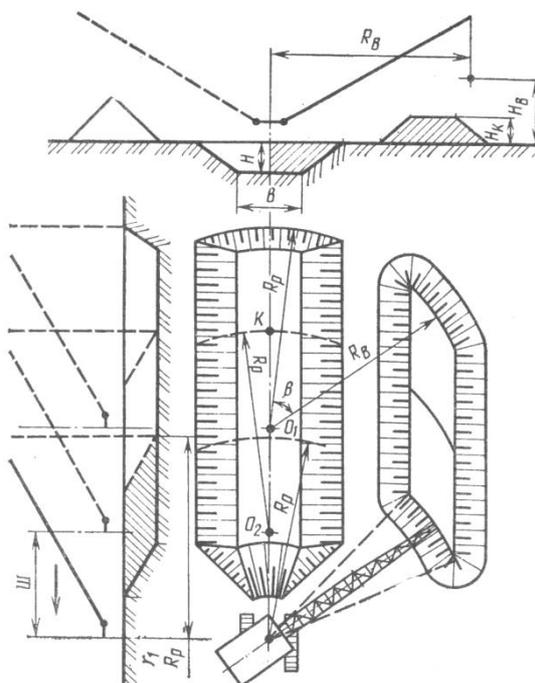


Рисунок 10.1 – Разработка грунта экскаваторами с рабочим оборудованием «драглайн»

- боковую (поперечную) проходку применяют для широких выемок при соблюдении условий:

$$R_P + R_B \geq A_1 \qquad H_p \geq H \qquad H_B \geq H_K \qquad b \geq 1,5l_K$$

При поперечной разработке оптимальный шаг экскаватора составляет $Ш = 1/3 L_{\text{стрелы}}$. Экскаватор располагается в пределах полосы E.

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

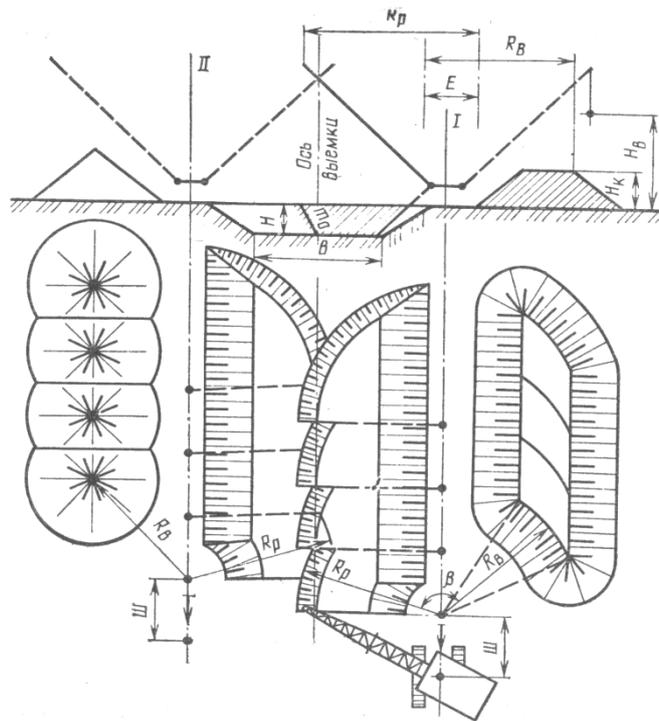


Рисунок 10.2 - Разработка грунта экскаваторами с рабочим оборудованием «обратная лопата»

Ковш при наборе и выгрузке грунта движется по криволинейной траектории. Поэтому различают для обратных лопат по два значения рабочих параметров:

- радиус резания на уровне поверхности земли R_p и при наибольшей глубине резания $R_{p.л.}$;
- радиус выгрузки начальный $R_{B.нач}$ и конечный $R_{B.кон.}$;
- наибольшая глубина копания $H_{p.л.}$, зависящая от ширины выемки. При ширине выемки меньше расстояния между гусеницами в свету - большее, и меньшее для широких выемок;
- высота выгрузки начальная $H_{в.нач.}$ и конечная $H_{в.кон.}$.

Разработка грунта осуществляется также *лобовой* или *боковой проходкой*.

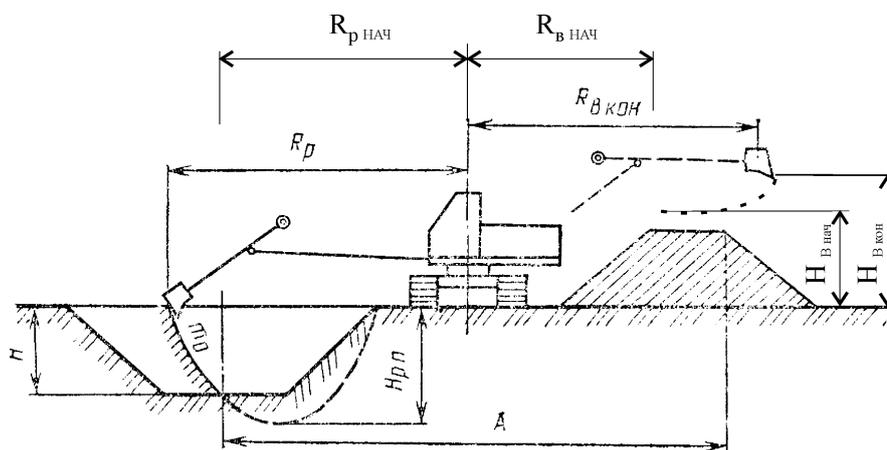


Рисунок 10.3 - Разработка грунта лобовой или боковой проходкой

3. Разработка грунта экскаваторами с рабочим оборудованием «прямая лопата»

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 достигается при высоте забоя не менее высоты напорного вала (1,3-5 м. в зависимости от марки экскаватора и группы грунта).

Разработку грунта экскаватором «прямая лопата» производят лобовым и боковым забоями. *Лобовой забой* применяют при разработке экскаватором грунта впереди себя и отгрузке его на транспортные средства, которые подаются по дну забоя или сбоку по поверхности земли. При таких условиях работы угол поворота экскаватора в цикле достигает 140-180°, что резко снижает его производительность. Лобовой забой применяется редко (например для устройства пандуса в котлован, пионерной проходки).

Ширина забоя поверху может быть:

- до $0,8 \dots 1,5 R_p$ – при узком забое и подаче транспортного средства сзади экскаватора;

- до $1,5 \dots 1,9 R_p$ - при нормальном забое и подаче транспортных средств с двух сторон от экскаватора;

- до $2,5 R_p$ - при уширенном забое и движении экскаватора по зигзагу;

- до $3,5 R_p$ - при уширенном забое с трехступенчатым перемещением.

При узких забоях самосвалы подают под загрузку с одной стороны сзади экскаватора, а при нормальных - с обеих сторон от экскаватора попеременно, что исключает простои экскаватора.

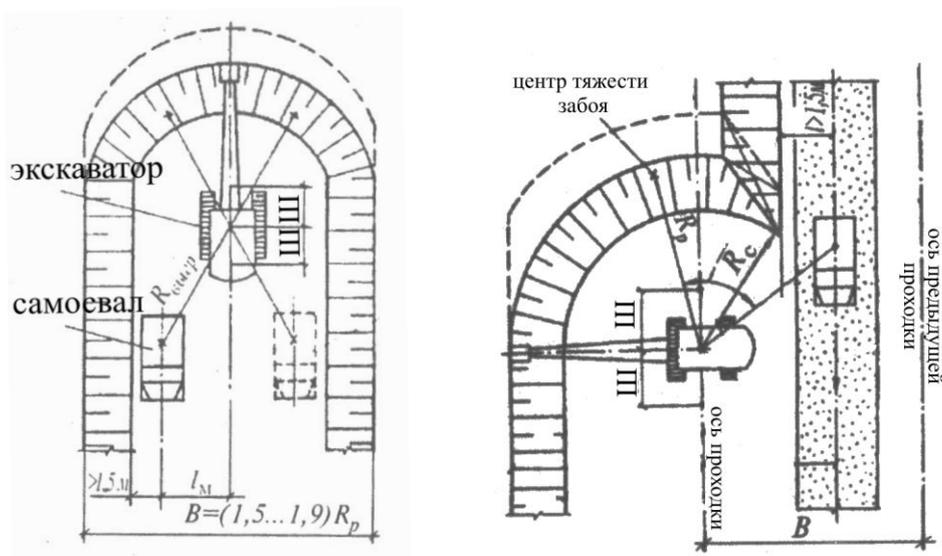


Рисунок 10.4 - Разработка грунта экскаваторами с рабочим оборудованием «прямая лопата»

Ширину лобовой прямолинейной проходки B можно определить по формуле:

$$B = 2\sqrt{R_0^2 - \Pi^2} \quad (10.1)$$

и для зигзагообразной

$$B = 2\sqrt{R_0^2 - \Pi^2} + 2R_c, \quad (10.2)$$

где R_0 – оптимальный радиус резания экскаватора; Π - шаг экскаватора (принимается равным 8...75% длины напорного хода рукояти); R_c – радиус резания на уровне стоянки.

Более эффективным является разработка грунта *боковым забоем* (при $B > 2 R_p$). По этой схеме транспорт подается под погрузку сбоку выработки, что дает уменьшение угла поворота экскаватора в рабочем цикле до 70-90°.

Ширина боковой проходки

$$B = 2\sqrt{R_0^2 - \Pi^2} + 0,7R_c. \quad (10.3)$$

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

$$n_{\text{я}} = H/H_{\text{p max}} \quad (10.4)$$

При эксплуатации торцевого забоя машина с обратной лопатой продвигается по оси траншеи, попеременно снимая грунт с обеих боковых сторон. Для увеличения производительности проходку можно расширить боковыми забоями, образуемыми при движении в сторону от основной траншеи. Ограничение ширины забоя осуществляется только исходя из эксплуатационных требований используемой строительной техники и нормами безопасности при экскавации данного вида породы.

Литература

1. Афанасьев И.А. Выбор дорожных машин: учеб. пособие / Перм. гос. техн. ун-т. Пермь, 2000.
2. Белецкий Б.Ф. Технология и механизация строительного производства: учебник. Ростов н/Д: Феникс, 2003.
3. Земляные работы: справ. строителя / Л.В. Гриншпун, А.В. Карпов, М.С. Чиченков и др.; под ред. Л.В. Гриншпуна. М.: Стройиздат, 1992.
4. ЕНиР. Сборник Е2. Земляные работы. Вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы / Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1988.
5. ВСН 13-73. Методика составления технологических карт на выполнение основных дорожно-строительных работ. М.: Минавтодор РСФСР, 1973.
6. Каменецкий Б.И., Кошкин И.Г. Организация строительства автомобильных дорог: учеб. пособие для техникумов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1991.
7. Руководство по сооружению земляного полотна автомобильных дорог / Минтрансстрой СССР. М.: Транспорт, 1982.
8. Соколов Г.К. Технология строительного производства: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. 3-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 544 с.
9. Теличенко В.И., Лapidус А.А., Терентьев О.М. Технология строительных процессов: учеб. В 2 ч. Ч. 2. М.: Высш. шк., 2003.
10. Технология строительных процессов: учебник для студ. ВУЗов, обуч. по направлению «Строительство» / А.А. Афанасьев, Н.Н. Данилов, В.Д. Копылов и др.; под ред. Н.Н. Данилова, О.М. Терентьева. 2-е изд., перераб. М.: Высш. школа, 2001.
11. Теличенко В.И., Лapidус А.А., Терентьев О.М. Технология строительных процессов: В 2 ч. Ч. 2: учеб. для строит. ВУЗов. М.: Высш. школа, 2002-2003.

12. Технология строительного производства: учеб.-метод. комплекс. В 5 ч. Ч. 2 / сост. В.В. Бозылев, Д.И. Сафончик; под общ. ред. В.В. Бозылева. Новополоцк: ПГУ, 2008.

13. Технология строительного производства: учеб.-метод. комплекс для студ. спец. 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство». В 5 ч. Ч. 1. / сост. и общ. ред. В.В. Бозылева. Новополоцк: ПГУ, 2006.

14. Технология строительных процессов / под ред. Н.Н. Данилова, О.М. Терентьева. М.: Высш. шк., 2001.

15. Ясинецкий В.Г., Фенин Н.К. Организация и технология гидромелиоративных работ. М.: Колос, 1986.

Учебное издание

Г.В. Орехова

Организация и технология работ по природообустройству

Учебное пособие для изучения дисциплины

Часть 1

по направлению 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы, профиль «Машины и оборудование природообустройства и дорожного строительства»

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 23.11.2020 г. Формат 60x84. 1/16.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 6,21. Тираж 25 экз. Изд. № 6763.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ