

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

"БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"

Кафедра технологии строительного производства

# **ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

## КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

для студентов специальности

1 70 02 01 "Промышленное и гражданское строительство",

70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»,

1-27 01 01 «Экономика и организация производства (строительство)»

БРЕСТ 2017

Конспект лекций составлен на основании учебной программы "Основы строительного производства" для специальности 70 02 01 "Промышленное и гражданское строительство", от 23.12.2014 г., регистрационный № УД 44-3/баз, в соответствии с требованием учебной программы по курсу "Основы строительного производства" для студентов специальности 70 02 01 "Промышленное и гражданское строительство" от 16.01.2015 регистрационный № УД 2-663/.

В конспекте изложены основные понятия и положения строительного производства, технологического проектирования, инженерной подготовки строительной площадки. Изложены общие положения механической разработки грунтов при вертикальной планировке площадки.

Составители: Н.В. Лешкевич, ст. преподаватель кафедры ТСП,  
В.Н. Пчелин, доцент кафедры ТСП.

Рецензент: начальник отдела комплексного проектирования ОАО  
«Строительный трест № 8» О.А. Шепетуха.

## 1. Цели и задачи дисциплины

Изучение дисциплины "ОСП" ставит своей целью подготовить студентов к изучению специальных дисциплин и, прежде всего, технологии строительного производства. Программа предусматривает изучение основных положений и понятий строительного производства, особенностей строительной продукции, основ технологического проектирования, вопросов инженерной подготовки площадки к строительству, а также, ознакомление студентов с системой нормативных документов, обеспечивающих безопасные условия труда и качество строительной продукции.

Изучение дисциплины базируется на знании инженерной геодезии, инженерной геологии, теоретической механики.

В результате изучения дисциплины ОСП специалист должен знать и уметь:

### Знать:

основы индустриальных методов выполнения земляных работ при вертикальной планировке площадки;  
основы технологического проектирования;  
основы технического нормирования труда в строительстве;  
назначение и содержание технологических карт.

### Уметь:

определять объемы земляных работ при вертикальной планировке площадки;  
выбирать комплекты машин для производства этих работ;  
составлять калькуляцию затрат труда и машинного времени;  
определять продолжительность выполнения строительных процессов и их технологическую последовательность.

## 2. Введение

Строительство является одной из важнейших отраслей материального производства, обеспечивающих создание и непрерывное совершенствование основных фондов предприятий и государства. Для строительства характерна относительная длительность производственного цикла (от нескольких месяцев до нескольких лет), а также то, что производство работ ведется, как правило, на открытом воздухе и в различных климатических условиях. Особенностью строительного производства является территориальная закреплённость продукции и подвижность активной части производственных фондов строительно-монтажных организаций. При выполнении строительных процессов рабочие и технические средства перемещаются, а возводимые здания и сооружения остаются неподвижными.

С древнейших времен белорусская земля славилась мастерами, умеющими строить крепости и замки, дороги и города. До наших дней сохранился ряд памятников каменной культовой архитектуры XI–XIII веков (периода Полоцкого княжества): Софийский собор в Полоцке (1044–1066), третий по величине после Киевского и Новгородского в Древней Руси, Полоцкая Спасо-Ефросиньевская церковь (1161), Борисоглебская церковь в Гродно (XII в).



*Софийский собор*



*Брестская крепость*

На протяжении многих столетий Беларусь не раз была ареной военных действий, что требовало строительства десятков каменных крепостей и замков. Памятниками оборонного типа средних веков являются Белая Вежа в Каменце Брестской области, замок в Лиде, замок Миндовга в Новогрудке. Памятником оборонной архитектуры XIX в. является Брестская крепость.

В XVIII веке появляются новые типы зданий – заводы, фабрики, вокзалы, корпуса учебных заведений, больницы, гостиниц, многоэтажных домов. Уровень строительной техники того времени был низким. Строительство имело сезонный характер, отсутствовала строительная техника. Основными орудиями труда в строительстве были носилки, тачки-грабарки и другие примитивные приспособления.

В послереволюционные годы в республике проводилась планомерная реконструкция городов и деревень. Создаются подрядные строительные организации, которые в 1930 году объединяются в Белгосстройтрест. В довоенный период были построены: Дом Правительства, Белорусский театр оперы и балета, Минский Дом Красной Армии, главный корпус Академии наук, здание ЦК КПБ, Гомельский завод сельскохозяйственных машин и многие другие здания и сооружения.

Во время войны немецко-фашистские захватчики уничтожили свыше половины национальных богатств Беларуси, в том числе 9200 деревень, 209 из 270 городов и районных центров.

После окончания войны, за первую послевоенную пятилетку, были восстановлены разрушенные объекты производственного и непромышленного назначения, велось новое строительство. После войны построены всемирно известные гиганты индустрии: Минский тракторный завод, Минский и Белорусский автомобильные заводы, Полоцкий и Мозырский нефтеперерабатывающие заводы, Белорусский шинный комбинат, Солигорский калийный комбинат. Появились новые города: Жодино, Новополоцк, Светлогорск,

За последние 15 лет в Беларуси было построено около 20 ледовых дворцов вместимостью от 15 до 120 тысяч человек, построены современные спортивные комплексы «Минск-Арена», «Чижовка-Арена», «Бобруйск-Арена», стадион ФК«БАТЭ». В целом в Беларуси функционирует более 26 тыс. объектов спортивного назначения.

Построены Национальная библиотека, Дворец Республики и Железнодорожный вокзал в Минске, Комплекс на площади Независимости.



*Национальная библиотека*



*Железнодорожный вокзал в Минске*

Отреставрированы: Национальный историко-культурный музей-заповедник "Несвиж". Замковый комплекс XVI–XX столетий "Мир", Национальный академический Большой театр оперы и балета, восстановлен Августовский канал.



*Мирский замок*



*Музей – заповедник «Несвиж»*

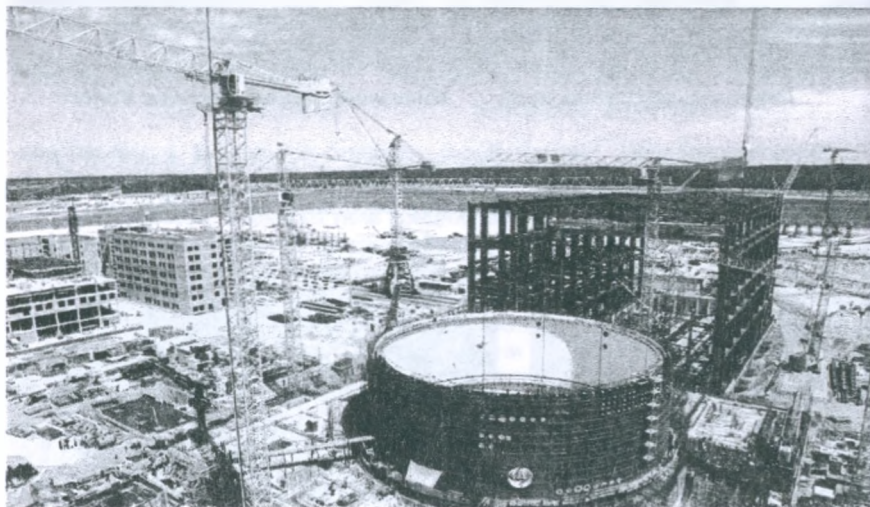
Самая масштабная стройка страны Белорусская атомная электростанция. Здесь за пять лет на территории в 200 гектаров построят не только два энергоблока, но и огромную производственную базу, которая обеспечит работу всей будущей АЭС.

В настоящее время новое строительство в области промышленности ведется в незначительных объемах. В основном ведется строительство объектов социально-культурного назначения и жилья

Несмотря на то, что Беларусь не испытывает недостатка в производственных мощностях, выпускающих стройматериалы, в результате падения платежеспособного покупательского спроса снизилось производство цемента, стеновых и других материалов. Снижение загрузки производственных мощностей, наряду с резким ростом цен на топливно-энергетические ресурсы, повлекло увеличение затрат на производство продукции и снижение ее рентабельности.

Концепция развития строительного комплекса РБ на 2011–2020 годы предусматривает наращивание объемов жилищного строительства. В 2011–2015 годах предстоит построить 43 млн. кв. метров общей площади жилых домов, в 2016–2020 годах – 50 млн. кв. метров общей площади, или 1 кв. метр общей площади на одного жителя республики в год. В последующем строи-

тельство жилья будет определяться с учетом потребности, при этом значительно возрастут объемы реконструкции и модернизации существующего жилищного фонда с доведением его доли к 2020 году до 50 процентов от общего объема вводимого жилья. Уровень средней обеспеченности жильем одного жителя Беларуси достигнет в 2015 году 25–27 кв. метров общей площади, в 2020 году – 27–30 кв. метров, что соответствует международным стандартам и согласуется с уровнем средней жилищной обеспеченности многих экономически развитых стран.



**Строительство Белорусской АЭС**

Проблема собственного дома актуальна для 850 тысяч семей в Беларуси. В законодательстве прописана норма жилой площади на 1 человека, она равна 20м<sup>2</sup>. Финансирование этих целей со стороны государства ведется не-достаточно. Из-за денежного дефицита строительство домов ЖСК приостанавливается. Идет отток людей, ведется «просеивание» очереди.

По сельскому строительству поставлена задача: ежегодно вводить в эксплуатацию в каждом хозяйстве 4–5 домов, что почти выходит на план сельско-хозяйственного строительства. Решение этой задачи при нынешнем объеме кредитных ресурсов нереально. Решать задачу можно, если вовлечь в экономический оборот пустующие дома. По оценкам экспертов, в Беларуси сегодня имеется до 150 тысяч пустующих домов. Расчеты показывают, что покупка пустующего дома и затраты на реконструкцию вдвое дешевле, чем строительство нового жилья. В Беларуси 86% жилищного фонда приватизировано.

## РАЗДЕЛ I

### 3. Основные понятия и положения строительного производства

Термин "*строительство*" включает следующие понятия и положения:

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

➤ *строительство* – процесс возведения зданий и сооружений, а также их ремонт.

*Капитальное строительство* является важнейшей составляющей отрасли материального производства и обеспечивает воспроизводство основных фондов страны. К капитальному строительству относятся новое строительство, расширение, реконструкция и техническое перевооружение действующих предприятий, зданий и сооружений.

*Новое строительство* осуществляется на новых площадках по первоначально утвержденному проекту. Если проект пересматривается в период строительства до ввода в действие мощностей, которые обеспечивают выпуск основной продукции, продолжение строительства по измененному проекту также относится к новому строительству.

*Расширение действующего предприятия* – строительство по новому проекту вторых и последующих очередей действующих предприятий, дополнительных или новых производственных комплексов, либо расширение существующих цехов на территории действующего предприятия или примыкающих к ней площадках с целью создания дополнительных или новых производственных площадей.

*Реконструкция действующего предприятия* – переустройство существующих цехов и объектов, связанное с совершенствованием производства и повышением его технико-экономического уровня, а также строительство при необходимости новых и расширение действующих объектов. К реконструкции относится также строительство новых объектов, вместо ликвидированных цехов и объектов того же назначения, дальнейшая эксплуатация которых признана нецелесообразной.

*Техническое перевооружение действующего предприятия* – комплекс мероприятий по повышению технико-экономического уровня отдельных производств (без расширения имеющихся площадей) на основе внедрения передовой техники и технологии, механизации и автоматизации производства, модернизации и замены устаревшего и физически изношенного оборудования новым, более производительным.

*Строительное производство* – совокупность производственных процессов, осуществляемых непосредственно на строительной площадке. Конечным результатом строительного производства является *строительная продукция*. Под строительной продукцией подразумевают введенные в эксплуатацию промышленные предприятия, цехи, жилые дома, здания общественного назначения, сельскохозяйственные здания и другие вновь построенные, расширенные и реконструированные объекты.

Строительное производство объединяет две подсистемы: *технологию и организацию* строительного производства.

*Технология строительного производства* – совокупность процессов по превращению материалов, изделий и конструкций в готовую строительную продукцию – здания и сооружения. Задача ТСП как науки – выявление физических, химических, механических и других закономерностей с целью определения и использования на практике наиболее эффективных и экономичных производственных процессов.

#### 4. Строительные процессы

Термин "**п р о ц е с с**" (прохождение, продвижение) – это последовательность действий, направленных на достижение цели.

*Строительными процессами* называют производственные процессы, протекающие в пределах строительной площадки. Они характеризуются: многофакторностью и специфическими особенностями, что обусловлено:

➤ *стационарностью строительной продукции* – при выполнении строительных процессов рабочие и технические средства перемещаются, а возводимые здания и сооружения остаются неподвижными;

➤ *крупноразмерностью и массовостью* строительной продукции – возводимые здания и сооружения имеют, как правило, значительные габариты и массу;

➤ *многообразием строительной продукции* – возводимые здания и сооружения различаются по производственным и эксплуатационным характеристикам, форме, размерам, внешнему облику и др.;

➤ *разнообразием материальных элементов* – при возведении зданий и сооружений находят применение самые различные материалы, полуфабрикаты, изделия и детали, при технологическом воздействии на которые создается строительная продукция;

➤ *природно-климатическими условиями* – здания и сооружения возводятся в различных геологических, гидрологических и климатических условиях.

По технологическим признакам их подразделяют на *заготовительные, транспортные, подготовительные и монтажно-укладочные процессы* (рисунок 4.1).

*Заготовительные* процессы обеспечивают строящийся объект полуфабрикатами, деталями и изделиями. Эти процессы выполняются обычно на специализированных предприятиях (заводы сборного железобетона, комбинаты строительных материалов и др.), а также и в условиях строительной площадки.

*Транспортные* – обеспечивают доставку материальных элементов и технических средств к месту возведения объекта. Им обычно сопутствуют процессы погрузки – разгрузки и складирования.

*Подготовительные* – укрупнительная сборка перед монтажом, обустройство вспомогательными приспособлениями и др.

*Монтажно-укладочные* – обеспечивают получение продукции строительного производства и заключаются в переработке, изменении формы или придании новых качеств материальным средствам строительных процессов. Ими завершается производственный цикл.



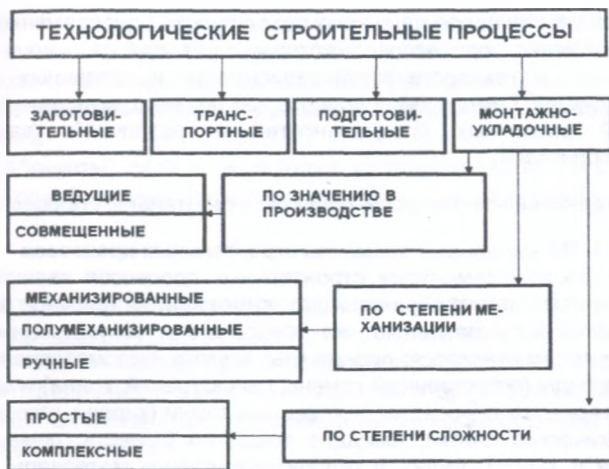


Рисунок 4.1 – Схема классификации строительных процессов

Монтажно-укладочные процессы могут быть характеризованы по ряду признаков. По значению в производстве процессы могут быть ведущими и совмещенными.

*Ведущие процессы* определяют развитие и выполнение строительства объекта.

*Совмещенные процессы* непосредственно технологически не связаны с ведущими процессами и могут осуществляться параллельно с ними. Совмещение процессов (при строгом соблюдении правил безопасности труда рабочих) и технологии производства работ позволяет значительно сокращать продолжительность строительства.

По степени механизации процессы подразделяются на *механизированные, полумеханизированные и ручные*.

*Механизированные* процессы выполняются с помощью машин. Рабочие лишь управляют машинами и обслуживают их.

*Полумеханизированные* процессы выполняются с помощью машин и в некоторых экономически и технологически обоснованных случаях – ручного труда.

*Ручные* процессы выполняются при помощи инструментов. В зависимости от сложности производства трудовые процессы могут быть простыми и комплексными.

*Простой трудовой процесс* – совокупность технологически связанных рабочих операций. Каждая рабочая операция состоит из рабочих приемов, которые, в свою очередь, состоят из рабочих движений.

*Рабочее движение* – однократное, непрерывное перемещение рабочего органа исполнителя (пальцев руки, кисти, стопы и т.д.), осуществляемое рабочим в процессе труда.

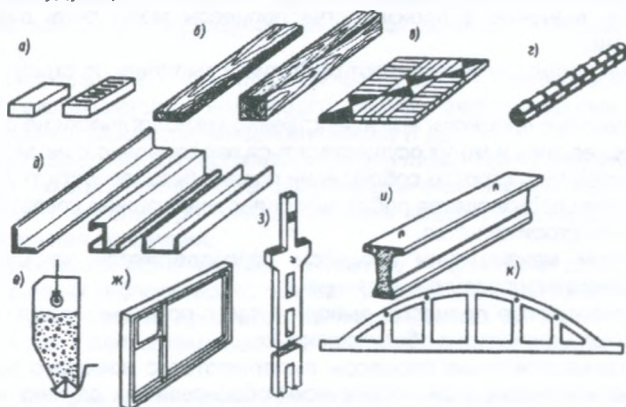
*Рабочий прием* – совокупность нескольких непрерывных движений рабочего, характеризующихся определенной целью, объединяющей эти движения и постоянной их последовательностью.

*Комплексный трудовой процесс* – совокупность одновременно осуществляемых рабочих процессов, которые находятся во взаимной организационной и технологической зависимости и связанных единством конечной продукции. Комплексный процесс, как правило, выполняется группой исполнителей различных специальностей и различной квалификации (комплексной бригадой).

## 5. Материально-технические средства строительных процессов

### 5.1. Материальные элементы строительных процессов

Материальными элементами строительных процессов являются строительные материалы, полуфабрикаты, детали и изделия (рисунок 5.1). *Строительные материалы* разделяют на природные и искусственные. К природным материалам относятся: лесные (лес кругляк, пиломатериалы), каменные горные породы (естественный камень, песок, гравий, глина) и др. К искусственным материалам относят: искусственные камни (кирпич, газосиликатные блоки), керамические плитки, вяжущие вещества (известь, цемент), синтетические лаки и краски, тепло- и гидроизоляционные материалы, металлоконструкции и др. Строительные материалы имеют, как правило, устойчивые товарные свойства и изготавливаются без учета конкретной продукции, для которой они будут применены.



- а – кирпич (полнотелый и пустотелый); б – деревянные доска и брус;  
 в – паркетный щит; г – арматурная сталь; д – профилированный металл;  
 е – бетонная смесь в поворотной бадье; ж – оконный блок;  
 з – железобетонная двухветвевая колонна; и – железобетонная подкрановая балка;  
 к – железобетонная ферма

Рисунок 5.1. – Примеры материальных элементов строительных процессов

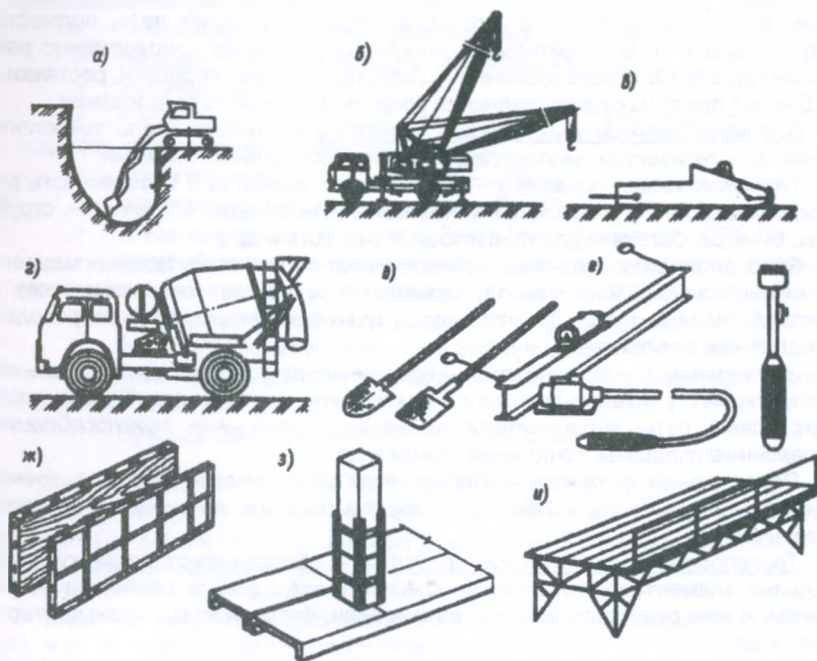
*Полуфабрикаты* – бетонная, асфальтовая, растворная смесь и другие композиты, характеризующиеся необходимостью употребления в дело через короткий период времени после приготовления. Поэтому полуфабрикаты не имеют устойчивых товарных свойств и тесно связаны с конкретной строительной продукцией.

*Детали и изделия* – к ним относят заранее изготовленные и монтируемые элементы: балки, фермы, стеновые панели, плиты перекрытий и покрытий, сантехкабины, оконные переплеты, дверные полотна и т.д., предназначенные для применения в зданиях и сооружениях определенного назначения и типа.

Полуфабрикаты, детали и изделия изготавливаются на строительных площадках, приобъектных полигонах, мастерских, и на промышленных предприятиях.

## 5.2. Технические средства строительных процессов

Основные технические средства участвуют в непосредственном возведении строительных конструкций и сооружений, обработке их поверхностей, устройстве отделочных и защитных покрытий и др. К ним относятся строительные машины, механизмы, подручные технические средства и различные приспособления (рисунок 5.2).



*а – экскаватор; б – автокран; в – поворотная бадья для бетонной смеси; г – автобетономеситель; д – лопаты; е – вибраторы; ж – щиты опалубки; з – кондуктор для монтажа колонн; и – подмости для кирпичной кладки*

**Рисунок 5.2 – Примеры основных технических средств строительных процессов**

*Строительные машины* – 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* – не имеют собственного двигателя. Рабочий орган приводится в действие самими строительными рабочими (лебедки, ручные тали, ручные катки и др.).

*Подручные технические средства* – инструмент, являющийся, как правило, личным орудием труда рабочего. Ручной инструмент (лопата, лом, молоток, кельма и др.) обеспечивают усиление мускульной возможности рабочего, и преобразует, как правило, один вид механического движения в другой. Механизированный инструмент имеет бензиновый, электрический, пневматический или другой двигатель. Механизированный инструмент с двигателями называют ручными машинами.

Для раскрепления земляных выемок, устройства монолитных и каменных конструкций, монтажа сборных конструкций, производства работ на высоте нужны различные устройства, опалубка, поддерживающие леса, подмости, кондукторы и т. п. В строительных процессах участвуют одновременно различные подсобные приспособления – шаблоны, зажимы, подпорки, растяжки и др. Данные приспособления являются средствами личного пользования.

*Вспомогательные технические средства* выполняют роль технологической, энергетической, эксплуатационной и персональной оснастки.

*Технологическая оснастка* – обеспечивает удобство и безопасность работы, сохранность строительных материалов (контейнеры, кондукторы, струбины, бункера, баллоны для газа и жидких веществ и др.).

*Энергетическая оснастка* – обеспечивает работу строительных машин и механизированного инструмента, освещение и другие, технологические и производственные нужды (компрессоры, трансформаторы, электропроводки, передвижные электростанции и др.).

*Эксплуатационная оснастка* – обеспечивает условия для нормальной эксплуатации строительных машин и механизмов, инструмента. К ней относят подкрановые пути, ограничители движения, сигнальные приспособления, заправочные аппараты, точильные станки и др.

*Персональная оснастка* – обеспечивает рабочим возможность уверенно и безопасно трудиться, особенно на высоте (люльки, лестницы, стремянки, ограждения и т.п.).

*Транспортные технические средства* – обеспечивают доставку материальных элементов и технических средств к возводимым зданиям и сооружениям. К ним относятся: вагоны, автомобили, бетононасосы, транспортеры, краны и др.

При современной организации труда рабочих в целях повышения эффективности их труда бригада (звено) должна оснащаться нормокомплексом технических средств.

*Нормокомплекс* – 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, средства измерений и контроля, средства индивидуальной защиты рабочих.

#### **6. Нормативная документация строительного производства**

В процессе строительства должно быть обеспечено соблюдение строительных норм, правил и стандартов. Нормативные документы служат основой технологического проектирования.

Национальный комплекс технических нормативных правовых актов (ТНПА) в области архитектуры и строительства (ТКП 45-1.01-4-2005\*) – совокупность взаимосвязанных ТНПА по техническому нормированию и стандартизации по всем направлениям строительной деятельности.

В состав Национального комплекса входят ТНПА следующих видов:

- технический регламент – ТР (Технический регламент Республики Беларусь «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность» (ТР 2009/013/ВУ));
- технические кодексы установившейся практики – ТКП;
- государственные стандарты Республики Беларусь – СТБ;
- технические условия – ТУ;
- европейские стандарты, введенные в качестве технических кодексов установившейся практики (ТКП EN);
- строительные нормы Беларуси – СНБ;
- строительные нормы и правила – СНиП;
- предварительные стандарты Республики Беларусь – СТБ П;
- европейские и международные стандарты, введенные в качестве государственных стандартов Республики Беларусь – СТБ EN, СТБ ISO;
- пособия к строительным нормам Республики Беларусь – П к СНБ;
- пособия к строительным нормам и правилам – П к СНиП;
- межгосударственные стандарты в области архитектуры и строительства – ГОСТ;
- руководящие документы в строительстве – РДС.

СНБ, П к СНБ, СНиП, П к СНиП, ГОСТ, РДС будут утрачивать силу по мере их переработки и утверждения в качестве технических нормативных правовых актов в соответствии с Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

Структура Национального комплекса состоит из следующих частей, которые, в свою очередь, состоят из блоков:

**Часть 1 (4 блока) – организационно-методические документы.**

1.01 – техническое нормирование, стандартизация и сертификация.

1.02 – изыскания и проектирование.

1.03 – строительное производство.

1.04 – эксплуатация, ремонт и реконструкция.

**Часть 2** (5 блоков) – общие технические документы.

2.01 – надежность зданий и сооружений.

2.02 – пожарная безопасность.

2.03 – защита от опасных воздействий.

2.04 – внутренний климат.

2.05 – размерная взаимозаменяемость и совместимость.

**Часть 3** (5 блоков) – градостроительство, здания и сооружения.

3.01 – градостроительство.

3.02 – здания и сооружения, благоустройство территорий.

3.03 – сооружения транспорта.

3.04 – гидротехнические и мелиоративные сооружения.

3.05 – магистральные и промысловые трубопроводы.

**Часть 4** (4 блока) – инженерное оборудование зданий и сооружений.

4.01 – водоснабжение и канализация.

4.02 – теплоснабжение, отопление, вентиляция.

4.03 – газоснабжение.

4.04 – электроснабжение, телефонизация, радиофикация, телефикация.

**Часть 5** (8 блоков) – строительные конструкции и изделия.

5.01 – основания и фундаменты.

5.02 – каменные и армокаменные конструкции.

5.03 – железобетонные и бетонные конструкции.

5.04 – металлические конструкции.

5.05 – деревянные конструкции.

5.06 – конструкции из других материалов.

5.07 – светопрозрачные ограждения, двери, ворота.

5.08 – кровли, покрытия, полы.

**Часть 6** (11 блоков) – строительные материалы и изделия.

6.01 – стеновые кладочные материалы и изделия.

6.02 – минеральные вяжущие материалы.

6.03 – бетоны и растворы.

6.04 – щебень, гравий и песок для строительных работ.

6.05 – теплоизоляционные, звукоизоляционные и звукопоглощающие материалы.

6.06 – кровельные и гидроизоляционные материалы.

6.07 – отделочные и облицовочные материалы.

6.08 – асбестоцементные изделия.

6.09 – дорожные материалы.

6.10 – строительное стекло.

6.11 – композитные и полимерные материалы.

**Часть 7** (3 блока) – мобильные здания, оснастка, инвентарь, инструмент.

7.01 – мобильные здания и сооружения.

7.02 – специализированная оснастка предприятий стройиндустрии.

7.03 – оснастка строительных организаций.

**Часть 8 (3 блока) – экономика строительства.**

8.01 – руководящие документы в строительстве.

8.02 – укрупнительные нормативы.

8.03 – элементные нормативы.

8.04 – индексы в строительстве.

8.05 – автоматизированные системы и программные средства.

8.06 – другие виды ТНПА.

Регламентация правил технологии и организации строительного производства приведена в части 1.03 – «строительное производство», содержащей все необходимые ТНПА к выполнению строительного-монтажных работ, безопасному их ведению и приемке, контролю качества строительной продукции.

*ТР, ТКП, СТБ, ТУ, СНБ, СНИП, ГОСТ, РДС и другие ТНПА являются обязательными для всех проектных, строительных и монтажных организаций независимо от их ведомственной подчиненности, а также для ведомств, осуществляющих приемку строительных работ.*

## **7. Охрана труда в строительстве**

### **7.1. Понятие охраны труда. Социально-экономическое значение охраны труда**

**Охрана труда** – это система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационные, технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические и иные мероприятия и средства.

Важнейший социальный эффект реализации мер по охране труда – это сохранение жизни и здоровья работающих, снижение производственного травматизма и заболеваемости работников.

Наряду с правами работника на здоровые и безопасные условия труда предусмотрен механизм реализации этого права через обязанность нанимателя обеспечивать такие условия труда.

Законодательно регламентирована деятельность службы охраны труда, предусмотрены обязанности работников по охране труда, установлена ответственность за нарушения законодательства о труде и правил по охране труда.

Законодательно определено, что систему государственного надзора и контроля за соблюдением законодательства о труде составляют специально уполномоченные государственные органы, а право общественного контроля за соблюдением законодательства о труде предоставлено **профсоюзам**.

Недостатки в работе по охране труда обуславливают значительные экономические потери. По экспертным оценкам потери общества от одного несчастного случая со смертельным или тяжелым исходом оцениваются суммой, эквивалентной около 75 тыс. долларов США.

### **7.2. Основные законодательные и нормативные правовые акты РБ по охране труда**

Систему законодательных актов, регулирующих вопросы охраны труда в республике, составляют: Конституция РБ, Трудовой кодекс РБ, Закон РБ "Об охране труда" и др.

Правовой основой организации работы по охране труда в республике является Конституция Республики Беларусь, которая гарантирует право граждан на здоровые и безопасные условия труда, охрану их здоровья.

Основополагающим законодательным актом, регулирующим правоотношения в сфере охраны труда, в настоящее время является Трудовой кодекс Республики Беларусь.

Трудовой кодекс определяет основные обязанности, права работников и нанимателей, гарантии прав работников, ответственность нанимателей и работников; предусматривает систему государственного и общественного надзора и контроля за соблюдением законодательства об охране труда; регламентирует деятельность службы охраны труда; устанавливает функции государства в этой области.

Закон РБ "Об охране труда" направлен на регулирование общественных отношений в области охраны труда и реализацию установленного Конституцией РБ права граждан на здоровые и безопасные условия труда.

Правовой основой организации работы по охране труда в республике является Конституция Республики Беларусь (ст. 41, 45), которой гарантируются права граждан на здоровые и безопасные условия труда, охрану их здоровья.

Правила безопасности труда для строительно-монтажных работ, имеющих силу закона, изложены в ТКП 45-1.03-40-2006. «Безопасность труда в строительстве. Общие требования» и ТКП 45-1.03-44-2006. «Безопасность труда в строительстве. Строительное производство».

## **8. Контроль качества строительной продукции и приемки работ**

Качество строительной продукции в виде законченных строительных объектов определяется качеством проекта, качеством строительных материалов и изделий и качеством производства строительно-монтажных работ.

Требуемое качество строительства зданий и сооружений должно обеспечиваться строительными организациями путем осуществления эффективного контроля на всех стадиях создания строительной продукции.

Качество производства СМР регламентируется ТКП и СТБ, которые устанавливают последовательность, состав, методы и средства контроля при производстве и приемке строительно-монтажных работ.

Контроль качества содержит следующие разделы:

- входной контроль поступающей продукции;
- операционный контроль на стадиях выполнения технологических операций;
- приемочный контроль выполненных работ.

Для всех видов контроля должны быть указаны:

- контролируемый показатель;
- место контроля;
- объем контроля;
- периодичность контроля;
- метод контроля и обозначение ТНПА;
- средства измерений и испытательное оборудование, марка (тип), технические характеристики (диапазон измерения, цена деления, класс точности и т.д.);
- исполнитель контроля (отдел, служба, специальность);



- документ, в котором регистрируется результат контроля (журналы работ, акты скрытых работ, протоколы испытаний и т.д.).

Раздел «Контроль качества и приемка работ» оформляют по форме карты контроля технологических процессов, приведенной в ТКП 45-1.01-159-2009, приложение Г. Раздел должен содержать следующие подразделы:

- входной контроль поступающей продукции;
- операционный контроль выполнения технологических операций;
- приемочный контроль выполненных работ.

Предельное отклонение контролируемого параметра, объем, периодичность и метод контроля регламентируются нормативно-техническими документами (НТД).

*Скрытые работы* – это такие работы, которые в дальнейшем становятся недоступными для их визуальной оценки (фундаменты, основания, закладные детали, арматура и др.). Скрытые работы оформляются актами по установленной форме.

*Дефекты* при производстве работ по их последствиям могут быть условно разбиты на группы:

➤ отступления от требований по отделке поверхностей, приводящих к неэстетичному виду фасадов зданий, интерьеров, внешнего оформления инженерных сооружений;

➤ недостатки, ухудшающие эксплуатационные качества зданий и сооружений, приводящих к нарушению нормальных условий труда и отдыха, повышение затрат энергоресурсов для обслуживания и т.д.;

➤ деформации конструкций, которые могут привести к аварийному состоянию зданий и сооружений;

➤ несоблюдение линейных размеров зданий и сооружений, а также их отдельных частей (допускаемые отклонения в размерах устанавливаются ТКП и СТБ в виде допусков).

Основными причинами низкого качества строительно-монтажных работ являются:

- отступление от проектной технологии;
- применение устаревших машин и несовершенного инструмента;
- отсутствие должного контроля со стороны ИТР и др.

Контроль качества выполняют визуальным осмотром, натурным измерением линейных размеров, натурным методом испытаний, механическим и физическими методами.

*Визуальный осмотр* применяется для установления качества только тех узлов, конструкций и частей зданий, которые доступны для обозрения. Для этого используют несложные измерительные приборы и инструменты. Визуальный осмотр позволяет установить общее состояние осматриваемых частей сооружения, но не дает возможности определить технические характеристики, физико-механические свойства материалов, узлов и др.

*Соблюдение линейных размеров* осуществляется главным образом геодезическими приемами с использованием нивелиров, теодолитов, мерных лент, рулеток, нивелирных реек и др. Так, незначительное на первый взгляд смещение кирпичного столба от центра на 50 мм (0,1 ширины) уменьшает его несущую способность в два раза.

Фактические размеры доброкачественных строительных конструкций не должны выходить за пределы, устанавливаемые ТКП, СТБ и другими ТНПА. Допуски бывают положительными, отрицательными и знакопеременными.

*Натурный метод испытаний* конструкций зданий и сооружений выполняют посредством инструментального замера возникающих в конструкциях фактических напряжений.

*Механический, или разрушающий (деструктивный), метод* применяют для определения технического состояния конструкций. Для этого на различных стадиях производства работ отбирают контрольные образцы. Результаты лабораторных испытаний позволяют получить обоснованные выводы о качестве элементов, узлов, частей зданий и сооружений. Так для оценки физико-механических свойств объекта, выполненного из камня, бетона, железобетона применяют способ, основанный на сравнении отпечатков полученных на поверхности объекта и контрольном материале от удара (молоток Кашкарова).

*Физический, или неразрушающий (адеструктивный), метод испытаний* применяют для определения физико-механических свойств конструкций, не причиняя им повреждений. Он основан на импульсном и радиационном способах.

*Импульсный способ* – акустический и вибрационный. При импульсном акустическом способе измеряют скорости распространения упругих волн в исследуемом материале и рассеивания их энергии. Импульсный вибрационный способ базируется на замере затухания собственных колебаний.

*Радиационный способ* основан на просвечивании материала гамма-лучами и изменении их интенсивности.

Обеспечение качества СМР достигается систематическим контролем выполнения каждого производственного процесса. С позиций организации контроль качества подразделяют на внутренний и внешний контроль.

*Внутренний контроль* ведется во время производства строительно-монтажных работ прорабами, мастерами и бригадирами непосредственно на рабочих местах по действующим указаниям по производству работ, инструкциям и техническим правилам.

*Внешний контроль* осуществляется заказчиком, по заказу которого выполняется строительство, и проектной организацией.

*Технический надзор* выполняется в соответствии с ТКП 45-1.03-162-2009 «Технический надзор в строительстве. Порядок проведения». Технический надзор в строительстве – часть строительного процесса, включающего контроль и надзор заказчика за соответствием строительно-монтажных работ, применяемых материалов, изделий, конструкций и оборудования требованиям действующих ТНПА и утвержденной проектно-сметной документации, а также освидетельствование, приемку и учет выполненных работ. Контролирующие функции возлагаются на специально назначенное лицо, которое следит за соблюдением сроков работ, обеспечением качества работ, проверяет объем выполненных работ.

*Авторский надзор* осуществляет проектная организация в соответствии ТКП 45-1.03-207-2010 «Авторский надзор в строительстве. Порядок проведения». Он является основной инстанцией, контролирующей соблюдение проектных решений и качество выполняемых СМР. Авторский надзор имеет право приостановить строительство при обнаружении отклонений от проекта, дефектов в выполненных работах.

*Производственный контроль* качества строительных и монтажных работ должен включать:

- входной контроль качества проектной документации, строительных материалов, изделий и оборудования;
- операционный контроль отдельных строительных процессов или производственных операций;
- приемочный контроль выполненных работ.

Система производственного контроля в строительстве оценивается согласно требованиям, установленным ТКП 45-1.01-221-2010 (02250) «Строительство. Оценка системы производственного контроля. Основные положения и порядок проведения».

*Входной контроль*: контроль поступающих материалов, изделий и конструкций, грунта, а также технической документации. Контроль выполняется регистрационным методом (по накладным, сертификатам и т. п.), а при необходимости и измерительным методом.

*Операционный контроль* качества является основным видом производственного контроля. При систематическом осуществлении контроля в ходе выполнения операций прорабы и мастера могут своевременно выявлять и устранять дефекты, принимать меры по их предупреждению.

Основные задачи операционного контроля качества:

- обеспечение соответствия выполняемых СМР проекту и требованиям нормативных документов;
- своевременное выявление дефектов и причин их возникновения, принятие мер по их устранению;
- повышение ответственности непосредственных исполнителей (рабочих, звеньев, бригад, линейных специалистов) за качество выполненных ими работ.

*Примочный контроль* осуществляется после завершения отдельных видов работ. Он подразумевает участие «внешних» лиц (заказчика, проектировщика). По его результатам принимается документированное решение о пригодности объекта контроля к эксплуатации или выполнению последующих работ.

По объему проверок контроль может быть *сплошным* или *выборочным*, по *периодичности* – непрерывным и периодическим.

## 9. Основы технологического проектирования

Технологическое проектирование включает разработку рациональных технологических решений и организационных условий, обеспечивающих выпуск продукции в намеченные сроки при минимальном расходе всех видов ресурсов.

Оптимальное решение строительного процесса – это определение и разработка наилучших сочетаний его параметров и вариантов. Для этого на стадии проектирования последовательно осуществляется разработка технологических вариантов строительного процесса, принятие и разработка наиболее эффективного варианта по технологическим и технико-экономическим показателям; документирование строительного процесса.

### 9.1. Развитие строительных процессов в пространстве и времени

Сущность строительного потока поясняется схемами, приведенными на рисунках 9.1–9.3. Положим, необходимо построить  $m$  одинаковых зданий. Строительство их может быть организовано по одному из существующих методов – *последовательному, параллельному или поточному*.



Рисунок 9.1 – Последовательный метод выполнения процессов

Последовательный метод (рисунок 9.1) предусматривает возведение каждого следующего здания после окончания предыдущего; параллельный – (рисунок 9.2) – одновременную постройку всех зданий; поточный метод (рисунок 9.3) является сочетанием последовательного и параллельного.

Продолжительность строительства при последовательном методе

$$T = m * T_c,$$

где:  $m$  – число зданий;  $T_c$  – длительность цикла.

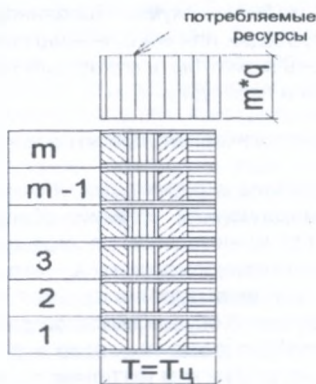


Рисунок 9.2 – Параллельный метод выполнения процессов

При параллельном методе продолжительность строительства всех зданий будет соответствовать длительности одного цикла  $T=T_{ц}$ , а потребность в ресурсах увеличится в  $m$  раз.

Поточное возведение  $m$  зданий требует меньшего времени, чем последовательное ( $T < m * T_{ц}$ ), а потребность в ресурсах меньше чем при параллельном методе ( $n * q < m * q$ , где  $n$  – число частных потоков (процессов), входящих в строительный поток).

*Строительные потоки* различают по структуре и виду продукции, по характеру ритмичности, продолжительности строительства. В зависимости от структуры и вида продукции потоки бывают частные, специализированные, объектные и комплексные (рисунок 9.4).

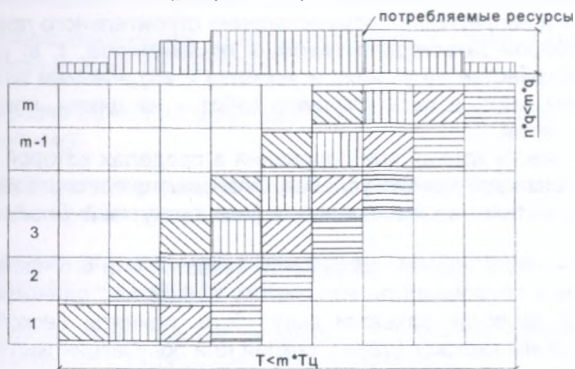


Рисунок 9.3 – Поточный метод выполнения процессов

*Частный поток* – это последовательное выполнение одного определенного строительного процесса на ряде участков-захваток. Продукцией частного потока может быть монтаж конструкций, кладка стен, устройство кровли и др.



Рисунок 9.4 – Схема разновидностей строительного потока

*Специализированный поток* состоит из нескольких частных потоков. Продукцией такого потока являются конструктивные элементы зданий или отдельные виды работ: подземная часть здания, каркас, надземная часть здания.

*Объектный поток* представляет собой совокупность специализированных потоков, а его продукцией является отдельное здание, сооружение или группа объектов.

*Комплексный поток* объединяет несколько объектных. Его продукцией является комплекс зданий, жилой массив и др.

По характеру ритмичности различают *ритмичные и неритмичные потоки*.

В зависимости от продолжительности строительства различают *кратковременный и непрерывный потоки*.

Ритмичное и непрерывное осуществление строительного процесса обеспечивается выбором *пространственных параметров*, т. е. разделением объемного пространства на участки и захватки с выделением на них фронта работ и рабочих мест, а весь комплекс работ – на циклы, повторяющиеся отдельные процессы.

*Участок* – часть здания или сооружения в пределах которой существуют одинаковые производственные условия, позволяющие использовать одинаковые методы и технические средства (температурный блок, этаж, часть этажа и т. д.).

*Захватка* – часть здания, сооружения (участок или его часть) в которой примерно равны трудоемкость, количество процессов, одинаковая продолжительность. В качестве захватки могут быть приняты несколько фундаментов под колонны каркаса здания, секция или полусекция жилого дома при выполнении кирпичной кладки и т. д.

*Фронт работ* – участок строительного объекта, выделяемый бригаде или звену. Фронт работ бригады – обычно захватка, звена – делянка. Размеры захваток и делянок подбираются таким образом, чтобы рабочие могли выполнять и перевыполнять сменное или полусменное задание без перехода на другие участки.

*Технологические ярусы* – расчленение объекта строительства по вертикали, когда фронт работ открывается в процессе их выполнения.

*Рабочее место* – участок фронта работ, в пределах которого перемещаются участвующие в строительном процессе рабочие.

*Временные параметры* строительного процесса определяют его выполнение во времени и общую продолжительность, базируясь на максимальном совмещении, ритмичности и поточности выполнения отдельных операций.

Основные временные параметры:

- сроки выполнения процесса;
- длительность выполнения отдельных операций;
- сменность.

Принятые решения фиксируются *календарным графиком производства работ*. Он состоит из двух частей: расчетной и графической. В расчетную часть входят данные о принятой единице измерения, объемах работ, затратах труда, составе звена, рассчитанной продолжительности выполнения отдель-

ных процессов. В графической части линейно отображены принятые решения в масштабе времени, а также взаимосвязка и совмещение их выполнения. Временная разность между началом выполнения первого процесса и окончанием последнего определяет общую продолжительность выполнения процесса (комплекса процессов).

#### 10. Техничко-экономические показатели (ТЭП)

Для определения экономической эффективности рассматриваемых методов производства работ рекомендуется использовать принятую в курсе технологии строительного производства методику определения основных технико-экономических показателей, без учета стоимости основных материалов и конструкций.

К основным технико-экономическим показателям относятся:

- *продолжительность* выполнения работ  $T$  (смен, суток) в соответствии с графиком производства работ;
- *затраты труда* на единицу объема работ  $Q_e$  и весь объем работ  $Q$  (чел.-час, чел.-см);
- *себестоимость* единицы работ  $C_e$ , включая затраты на эксплуатацию машин, заработную плату рабочих, выполняющих ручные процессы (руб.);
- *удельные капитальные вложения*  $K_{уд}$ , отражающие стоимость машин в данном строительном процессе (руб.);
- *удельные приведенные затраты*  $\Pi_{уд}$  с учетом коэффициента отраслевой эффективности капитальных вложений (руб.).

Для оценки отдельных сторон эффективности рассматриваемых вариантов применяют дополнительные технико-экономические показатели: затраты машинного времени  $Q_m$  на весь объем работ; выработка на одного рабочего в смену в физическом выражении ( $m^3$ , тонна,  $m^2$  и др.).

#### 11. Проектно-сметная документация

Проектная документация на строительство – система взаимосвязанных документов, разработанных в соответствии с нормативной документацией, служащая основой для строительства объектов. В проектную документацию входят: при двухстадийном проектировании – архитектурный проект и строительный проект, при одностадийном – строительный проект с выделенной утверждаемой архитектурной частью.

*Техдокументация на строительство* включает: технико-экономическое обоснование; проекты зданий и сооружений; рабочие чертежи; сметы со стоимостью строительно-монтажных работ; проект организации строительства; стройгенплан и пояснительную записку.

Производственный процесс на строительной площадке осуществляется на основе проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства работ (ППР). Состав и объем этой документации определяется ТКП 45-1.03-161-2009 «Организация строительного производства».

### 11.1. Назначение и состав ПОС

ПОС разрабатывает проектная организация как раздел проекта (рабочего проекта). На основании ПОС планируют и финансируют строительство, обеспечивают материально-техническими и трудовыми ресурсами, проектно-сметной документацией, определяют сроки поставки и монтажа оборудования. Организационно-технические решения ПОС служат основой для разработки мероприятий по подготовке и осуществлению строительства.

В состав ПОС входят:

- календарный план производства работ;
- строительный генеральный план;
- график поступления на объект строительных конструкций, изделий и материалов;
- график потребности в рабочих кадрах;
- график потребности в основных строительных машинах;
- технологические карты на отдельные виды работ;
- карты (схемы) на контроль качества работ;
- мероприятия по охране труда и безопасности;
- расчет временных зданий и сооружений;
- пояснительная записка.

### 11.2. Назначение и состав ППР

ППР на строительство предприятия, здания или сооружения или на отдельные виды работ разрабатывается с целью определения наиболее эффективных методов производства СМР. В ППР осуществляется дальнейшее развитие решений принятых в ПОС.

В состав ППР входят:

- календарный план производства работ;
- строительный генеральный план;
- технологические карты или схемы производства работ;
- график поступления на объект строительных конструкций, изделий, материалов и оборудования;
- графики движения рабочих кадров по объекту;
- графики движения основных строительных машин по объекту;
- технологические карты на выполнение отдельных видов работ;
- решения по производству геодезических работ;
- инженерные решения по безопасности и охране труда;
- перечни применяемых машин, механизмов, технологического инвентаря и монтажной оснастки;
- схемы складирования и строповки грузов;
- технико-экономические показатели (ТЭП);
- пояснительная записка.



### 11.3. Технологические карты

Технологические карты являются основным документом по организации строительных процессов и основанием для оперативного планирования работ. Их разрабатывают на основе действующих нормативов (ТКП, СТБ, типовых технологических карт) с учетом передового опыта в строительстве. Различают три вида технологических карт: типовые – не привязанные к строящемуся объекту и местным условиям; технологические карты привязанные к объекту, но не привязанные к местным условиям и рабочие технологические карты привязанные к объекту и местным условиям.

В соответствии ТКП 45-1.01-159-2009 «Строительство. Технологическая документация при производстве строительно-монтажных работ. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт» технологические карты должны содержать следующие разделы:

1. "Область применения" – характеристика конструкций, виды процессов и их состав, условия и особенности производства работ;

2. "Нормативные ссылки" – обозначение и наименование ТНПА и других документов (норм, правил и т.д.), на которые даны ссылки в технологической карте;

3. "Характеристики основных применяемых материалов и изделий" – должен содержать наименование и обозначение применяемых материалов и изделий, наименование и обозначение ТНПА, по которым они производятся, а также ссылки на торговые марки, знаки и т. п. производителей продукции.

Во всех технологических картах должны быть приведены требования к транспортированию, складированию и хранению материалов и изделий, с указанием схем строповки и складирования;

4. "Организация и технология производства работ" – должен содержать требования к организации и технологии производства работ в последовательности их выполнения при подготовительных, основных, вспомогательных, заключительных работах.

Раздел должен содержать:

— требования к качеству и законченности ранее выполненных (предшествующих) работ;

— требования к качеству и законченности подготовительных работ, порядок их проведения;

— схемы организации рабочих мест при выполнении технологических операций;

— описание технологической последовательности выполнения работ;

— указания по продолжительности хранения и запасу материалов и изделий в рабочей зоне;

— наименование технологических операций, их описание и последовательность выполнения с указанием применяемых средств технологического обеспечения (технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений), машин, механизмов, оборудования и исполнителей (специальность, разряд, состав звена);

— указания по производству работ и их особенности в зимний период времени.

Наименование технологических операций, их описание и последовательность выполнения оформляют в виде операционной карты.

5. «Потребность в материально-технических ресурсах» должен содержать потребность в ресурсах, необходимых для выполнения технологического процесса:

— ведомость потребности в материалах, изделиях, используемых при производстве работ;

— перечень средств технологического обеспечения, машин, механизмов и оборудования.

6. «Контроль качества и приемка работ» – методы и средства контроля при производстве и приемке строительного-монтажных работ.

7. «Техника безопасности, охрана труда и окружающей среды» – описание принятых безопасных методов выполнения технологических операций для всех рабочих мест.

8. «Калькуляция и нормирование затрат труда» – нормирование затрат труда на выполнение операций производится в соответствии с действующими нормами затрат труда (НЗТ), утвержденными в установленном порядке.

9. «График производства работ» – графическое изображение последовательности и продолжительности выполнения процессов;

10. «Технико-экономические показатели» – затраты труда на единицу и весь объем работ; затраты машино-смен на весь объем работ; выработка на одного рабочего в смену в физическом выражении ( $m^3$ , тонна,  $m^2$  и др.); продолжительность работ (смен, суток) в соответствии с графиком.

#### 11.4. Карты трудовых процессов (КТП)

Карты трудовых процессов – основной документ научной организации труда (НОТ). Их цель – помочь ИТР, бригадирам и квалифицированным рабочим рационально организовать трудовой процесс, правильно укомплектовать звенья, максимально сократить ручной труд. КТП обычно разрабатывают на отдельный вид работ.

*Карты трудовых процессов состоят из четырех разделов:*

1. «Область и эффективность применения карты» – область применения и назначение; выработка в натуральных показателях; трудоемкость процесса в человеко-часах;
2. «Исполнители и орудия труда» – профессиональный, квалификационный и численный состав рабочих; перечень материалов, изделий, инструментов, приспособлений, инвентаря и их количество;
3. «Условия и подготовка процесса» – требования к готовности предшествующих работ; выполнение трудового процесса (установка, перестановка подмостей, подача к рабочему месту материалов и конструкций);
4. «Технология и организация процесса» – технология процесса и организация труда (излагаются приемы труда в технологической последовательности выполнения процесса, условия доставки предметов труда к месту выполнения процесса, организация рабочего места с четким указанием расположения механизмов, приспособлений, инвентаря, расстановки рабочих, поминутный график выполнения трудового процесса по его элементам с указанием продолжительности каждого элемента, специальности и разряда рабочих, применяемых инструментов и приспособлений, разделения труда между исполнителями, трудоемкость отдельных элементов, продолжительность отдыха и технологических перерывов), разъяснения (обычно с подкреплением графическим изо-

бражением) по поводу выполнения отдельных производственных операций с рекомендациями рациональных рабочих движений и приемов труда.

Для наглядного представления техники исполнения приемов приводятся рисунки, фотоснимки, кинограммы или схемы, иллюстрирующие направление и порядок рабочих движений.

## 12. Вариантное проектирование

Задача проектирования заключается в принятии рационального решения по срокам и последовательности выполнения процесса, составу технических средств, количеству и составу звеньев (бригад). Таких решений должно быть несколько, тогда процесс проектирования носит вариантный характер. Интегральный критерий оценки эффективности еще не разработан, поэтому определяется главный показатель и сравнение ведется с учетом его. Эффективным вариантом является вариант с наименьшими себестоимостью, трудоемкостью и продолжительностью процесса.

*Трудоемкость процесса* – затраты труда на его выполнение (чел.-час, чел.-см).

*Продолжительность процесса* – определяют для увязки операций и построения линейных графиков и циклограмм. Единицей измерения служит час, смена, сutki.

## 13. Техническое нормирование труда в строительстве

Техническое нормирование – это научная система исследований расхода производственных ресурсов для установления расчетных нормативов и условий их применения.

*Задачи нормирования:*

- установление технически обоснованных норм ручных и механизированных процессов;
- изучение передовых методов организации труда с целью их обобщения и массового внедрения;
- выявление и сокращение потерь рабочего времени, т.е. выявление условий способствующих улучшению организации труда.

*Технически обоснованная норма* – это норма, установленная с учетом технических, технологических и организационных возможностей производства.

Технически обоснованные нормы учитывают три категории затрат труда:

- основные работы;
- подготовительно-заключительные работы;
- регламентированные перерывы.

К основным работам относятся все рабочие операции, которые непосредственно связаны с выполнением данного процесса и созданием определенной строительной продукции.

К подготовительно-заключительным работам относятся: получение задания, материалов, инструментов; уход за рабочим местом в течении смены и в ее конце; приемка машин в начале смены.

Регламентированные перерывы – время необходимое на кратковремен-

ный отдых и личные нужды, а также время на неустраняемые технологические перерывы (заправка краскопульта и др.).

Норма – количество времени или ресурсов (материалов, воды, энергии, пара, сжатого воздуха, трудовых затрат), которые необходимо затратить на выполнение единицы объема работ или единицу готовой продукции.

Нормы устанавливаются следующими способами наблюдений: фотоучетом, хронометражом, техноучетом, фотографией рабочего дня.

Фотоучет – основной метод применяемый для учета затрат времени всех механизированных и ручных процессов в течении определенного отрезка времени. Точностью учета затрат времени от 5 секунд до 1 минуты. В результате фотоучета устанавливаются нормативную продолжительность рабочих процессов. Фотоучет может быть индивидуальным и групповым.

Хронометраж – характеризуется высокой точностью учета затрат рабочего времени 0,2–1 секунда. Применяется для определения продолжительности повторяющихся в определенной последовательности элементов затрат рабочего времени.

Технический учет времени (техноучет) применяют для определения уровня выполнения норм выработки, т.е. проверяют действующие нормы. Наблюдение ведется в течении всего рабочего дня за работой 2–3 бригад с точностью 5–10 минут. По результатам проверки устанавливаются отклонения от норм.

Фотография рабочего дня – способ изучения всех элементов затрат рабочего времени непрерывным наблюдением в течении смены с точностью до 1 минуты.

Фотография рабочего дня применяется для:

- ✓ определения загруженности рабочего времени;
- ✓ установления размера и причин потерь рабочего времени;
- ✓ определение уровня выполнения действующих норм и причин их невыполнения;
- ✓ изучения передового опыта организации труда;
- ✓ определения структуры рабочего времени;
- ✓ -определения необходимого количества рабочих.

Норма затрат труда (НЗТ), норма времени (Нвр) – установленное количество затрат рабочего времени, необходимое для выполнения единицы доброкачественной продукции рабочими соответствующей профессии и квалификации, работающими в нормальных условиях организации труда и производства. Нвр выражается в человеко-часах на единицу измерения продукции – чел.-час / Е изм.

Норма затрат машинного времени (НЗТМ), норма машинного времени (Нмаш.вр) – установленное количество машинного времени, необходимое для изготовления единицы доброкачественной продукции машиной предназначенной для выполнения данного вида работ и управляемой машинистом соответствующей квалификации, работающей в нормальных условиях организации труда и производства. НЗТМ,  $N_{\text{маш.вр}}$  выражается в машино-часах – маш.-час / Е изм.

Норма выработки – количество доброкачественной продукции, которое должно быть изготовлено за единицу времени (час, смену) звеном рабочих соответствующей профессии и квалификации, работающим в нормальных условиях организации труда и производства.

Нормы времени  $N_{\text{вр}}$  (в единицах времени на одного рабочего) и нормы

выработки  $N_{\text{выр}}$  (в единицах продукции) связаны следующим соотношением:

$$N_{\text{выр}} = 1/N_{\text{вр}}$$

*Нормативная производительность машины* – количество доброкачественной продукции, которое должна выработать машина в единицу времени (час, смену) при эффективном ее использовании и правильной организации механизированного процесса.

Зависимость между  $N_{\text{маш.вр}}$  и ее часовой нормативной производительностью  $\Pi_n$  определяется по выражению:

$$\Pi_n = (E_{\text{изм}} \cdot t_{\text{см}}) / N_{\text{маш.вр}}$$

Нормы расхода материалов, электроэнергии и других ресурсов характеризуют их потребное количество на изготовление единицы продукции или единицы объема работ.

Разработка норм ведется нормативно-исследовательскими предприятиями. Технические нормы утверждаются Министерством строительства и архитектуры РБ и рекомендуются для применения в строительных, монтажных, ремонтно-строительных и приравненных к ним организациям независимо от их ведомственной подчиненности и форм собственности.

Сборники НЗТ учитывают не только оперативные затраты труда на выполнение работы, но и включают обоснованный размер затрат на отдых, на подготовительно-заключительные работы, в том числе на подготовку рабочего места и приведение его в порядок в конце смены, на получение материалов из приобъектных складов, на получение и подноску к месту работы инструментов со сдачей их по окончании работ, а также на получение заданий и сдачу выполненных работ мастеру или производителю работ.

Каждый параграф НЗТ (ЕНиР) содержит:

- краткую характеристику применяемых машин (для механизированных процессов);
- указания по применению норм;
- состав работ нормируемого процесса (перечень операций);
- расчетные составы звеньев (состав звена рабочих по профессиям и разрядам, средние разряды);
- нормы затрат труда в человеко-часах на единицу измерения производимой продукции.
- нормы выработки на одного человека определенные из расчета смены продолжительностью 8 часов.

В нормах на механизированные процессы, кроме затрат труда рабочих-строителей приводятся отдельной графой затраты труда машинистов

Содержание параграфа НЗТ может меняться в зависимости от вида работ на которые приводятся нормы. При отклонении условий производства работ от предусмотренных в параграфе в приложениях к ним даются поправочные коэффициенты и другие дополнительные сведения.

Кроме того в общих положениях ко всем НЗТ приведены коэффициенты к нормам, учитывающие зимние условия производства работ и группу работ к которой отнесена выполняемая работа.

При новых работах и новых условиях производства работ, не охваченных НЗТ, составляются ведомственные и местные нормы затрат труда которые утверждаются руководители строительной организации.

Производительность труда – это мера (измеритель) эффективности труда человека. Производительность труда выражается двумя показателями: выработкой одного работника и трудоемкостью единицы продукции.

Выработка – это объем продукции, произведенный одним работником в единицу времени (час, день, месяц, год).

Трудоемкость единицы продукции – это количество времени, затраченное на производство единицы продукции. Следовательно, можно сказать, что производительность труда – это объем продукции, произведенный одним работником в единицу времени либо время, затраченное на производство единицы продукции, т. е. характеризует уровень выполнения норм выработки или норм времени и выражается в %.

Производительность труда в строительстве измеряется тремя основными методами: *стоимостным, натуральным и нормативным.*

*Стоимостной метод* – продукция (ее количество) учитывается по сметной стоимости или договорной цене.

*Натуральный метод* позволяет определить выработку в натуральных показателях (м<sup>3</sup> кладки, тоннах конструкций и др.) либо в единицах измерения конечного продукта (м<sup>2</sup> жилой площади и др.).

*Нормативный метод* показывает соотношение фактических затрат труда с затратами труда полагающимися по норме.

*Трудоемкость* – количество затрат труда необходимое для выполнения заданного объема работ.

$$Q = N_{вр} \cdot P,$$

где P – объем работ в единицах измерения для которых дана N<sub>вр</sub>.

#### 14. Тарифное нормирование труда в строительстве

Тарифная система и один из важнейших элементов – Единая тарифная сетка (ЕТС) работников Республики Беларусь (введена с 1 января 1998 года) – является главным инструментом в руках государства при осуществлении им единой в стране политики в области заработной платы. Она отражает такие факторы дифференциации заработной платы как квалификацию труда, условия труда, значение отрасли экономики.

Тарифные ставки и оклады, рассчитанные на основе тарифной ставки первого разряда, установленной Советом Министров Республики Беларусь, и тарифных коэффициентов ЕТС, образуют республиканские тарифы оплаты труда.

*Тарифная система* – совокупность экономических инструментов и нормативных материалов, по которым оценивают качество труда. Основными элементами тарифной системы являются:

- ✓ тарифная сетка;
- ✓ тарифные ставки;
- ✓ общегосударственный классификатор Республики Беларусь "Профессии рабочих и должности служащих" (ОКПД);
- ✓ единый тарифно-квалификационный справочник (ЕТКС).

*Тарифное нормирование* – это качественная оценка труда для регулирования его оплаты.

*Тарифная сетка* – это шкала состоящая из определенного количества тарифных разрядов и соответствующих им тарифным коэффициентам.

*Тарифный коэффициент* показывает, во сколько раз отработанное время рабочего данного разряда оплачивается выше по сравнению с первым разрядом.

*Тарифная ставка* каждого разряда определяется умножением тарифной ставки первого разряда на соответствующий тарифный коэффициент по тарифной сетке:

$$Ч_i = Ч_1 \cdot K_i.$$

*Тарифная ставка* – это выраженный в денежной форме размер оплаты труда за выполненную работу в зависимости от ее сложности и квалификации рабочего за единицу рабочего времени. Ставки бывают часовые, дневные, месячные (оклады) и выражают размер оплаты труда.

Единая тарифная сетка, принятая в 1998 году содержит 28 тарифных разрядов, в том числе в производственных отраслях – 23.

Оптимальным числом разрядов для тарификации рабочих признано восемь, с первого по восьмой. Тарификация служащих по должностям размещается на 19-ти разрядах ЕТС – с 5 по 23.

При производстве строительно-монтажных и ремонтно-строительных работ применяется повышающий коэффициент к тарифным ставкам рабочих соответствующих разрядов ЕТС равный 1,2.

Общегосударственный классификатор Республики Беларусь "Профессии рабочих и должностных лиц", Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих и Квалификационный справочник профессий рабочих, которым устанавливаются месячные оклады, устанавливают номенклатуру профессий, специальностей и квалификаций строительных рабочих.

Квалификационная характеристика в ЕТКС состоит из трех разделов:

1. "Характеристика работ";
2. "Должен знать";
3. "Примеры работ" ("Должен уметь").

Присвоение или повышение разряда производится, при условии потребности в специалистах данного разряда, по представлению руководителя предприятия и заявления рабочего и рассматривается квалификационной комиссией после проверки теоретических и практических знаний и навыков.

## 15. Оплата труда рабочих

В строительстве применяют, в основном, две формы оплаты труда – сдельную и повременную.

Прямая сдельная оплата заключается в том, что заработок работника определяется на основе сдельных расценок и объема выполненных работ.

$$З = Р \text{ асц} \cdot Р,$$

где  $З$  – заработная плата;  $Р \text{ асц}$  – расценка;  $Р$  – объем работ.

Сдельная оплата подразделяется на простую сдельную оплату труда, при которой применяют расценки за отдельные виды работ, и аккордную оплату труда, при которой сумма зарплаты определяется на весь комплекс работ.

Сдельно-премиальная система – это такая система оплаты труда, при которой наряду с заработной платой по прямым и сдельным расценкам, работник получает премию за достижение определенных показателей в работе (увеличение объема выпускаемой продукции, повышение качества, экономия материалов).

Повременная форма оплаты труда зависит от продолжительности работы и квалификации работника независимо от объема выполненной работы.

$$З_{\text{п}} = Ч_1 \cdot Т,$$

где  $Т$  – продолжительность работы в часах.

Заработная плата звена, бригады определяется по выражению:

$$З_{\text{зв}} = \Sigma Р \text{ асц} \cdot Р$$

Распределение сдельного заработка между членами звена, бригады производят по формуле:

$$З_{\text{ip}} = \frac{З_{\text{зв}} \cdot K_i}{\Sigma K_i},$$

где  $З_{\text{ip}}$  – зарплата рабочего  $i$ -того разряда;

$K_i$  – тарифный коэффициент рабочего  $i$ -того разряда;

$\Sigma K_i$  – сумма тарифных коэффициентов рабочих звена.

Расценка на выполнение единицы объема работ определяется из выражения:

$$Р \text{ асц} = \Sigma Ч_1 \cdot Т,$$

где  $\Sigma Ч_1 = Ч_1 \cdot \Sigma K_i$  – сумма часовых тарифных ставок рабочих звена;

$Т = \frac{Н_{\text{нр}}}{N_{\text{зв}}}$  – продолжительность выполнения единицы объема работы в часах;

$N_{\text{зв}}$  – количество рабочих в звене.

*Наряд* – производственное задание на выполнение работ.



**РАБОТНИКОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**ЕДИНАЯ ТАРИФНАЯ СЕТКА**

		Тарифные разряды и коэффициенты																												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
Категории и должности работников		1,0	1,16	1,35	1,57	1,79	1,90	2,03	2,17	2,32	2,48	2,65	2,84	3,04	3,25	3,48	3,72	3,98	4,26	4,56	4,88	5,22	5,59	5,98	6,40	6,85	7,33	7,84	8,39	
Рабочие																														
Специалист в/о																														
Специалист в/о II категории																														
Специалист в/о I категории																														
Ведущий специалист																														
Линейные руководители																														
Мастер, старший механик																														
Старший мастер																														
Прораб, начальник участка																														
Начальник цеха																														
Начальник производства																														
Руководитель организации																														
Руководители служб																														
Начальник отдела																														
Главный специалист																														
Главный инженер																														

Примечание: при производстве строительно-монтажных и ремонтно-строительных работ, включая подсобное производство, применяется повышающий коэффициент к тарифным ставкам соответствующих разрядов Единой тарифной сетки равный 1,2.

## РАЗДЕЛ II

### 16. Подготовка строительной площадки

#### 16.1. Работы подготовительного периода

В подготовительный период строительства входит:

- освобождение строительной площадки от строений, не используемых в процессе строительства, отселение жильцов, организаций и учреждений;
- очистка и планировка территорий застройки с организацией стока поверхностных вод;
- устройство ограждения и дорог;
- создание складского хозяйства со строительными материалами и изделиями;
- монтаж временных сооружений и механизированных установок (деревообрабатывающих станков, растворобетонных узлов и др.);
- перенос существующих надземных и подземных инженерных сетей, устройство временных или постоянных источников и сетей водо и энерго-снабжения;
- создание опорной геодезической сети (высотные реперы, оси зданий, красные линии и т. д.), переноска осей на обноску зданий.

#### 16.2. Очистка территории отвода

Территорию строительной площадки и полосы, отведенные для строительства трубопроводов и дорог, предварительно очищают от деревьев, пней, кустарников и освобождают от камней-валунов. При расчистке территории пересаживают зеленые насаждения, если их используют в дальнейшем. Зеленые насаждения, не подлежащие вырубке или пересадке, обносят оградой, защищая их от повреждений. Деревья удаляют с корнями, либо спиливают стволы, а затем выкорчевывают пни. Валка деревьев с корнями осуществляется тракторами, бульдозерами или установленной на тракторе трелевочно-корчевальной лебедкой. Валка деревьев диаметром до 25 см производится бульдозером, более крупных – трактором с оббивкой тросом ствола дерева на высоте 1 – 3 м и подрубкой толстых корней (рисунки 16.1, 16.2, 16.3, 16.4).

Корчевание пней небольших деревьев (диаметром до 25 см) можно производить тяговым усилием трактора, при этом предварительно должны быть подрублены все корни, а затем на пень одевается петля троса, прикрепленного к трактору. При выдергивании пня нельзя допускать рывков трактора. Корчевание может выполняться также бульдозерами и кранами-экскаваторами со специальным оборудованием. Отдельные пни, не поддающиеся корчевке расщепляют взрывом. Выкорчеванные пни убирают кранами или экскаваторами.

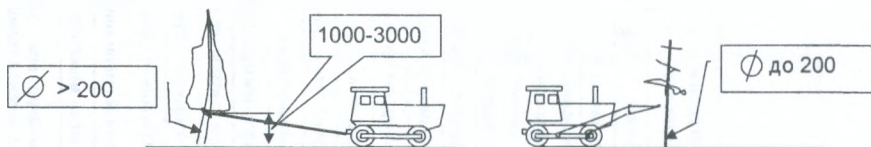


Рисунок 16.1 – Валка деревьев с использованием тракторов

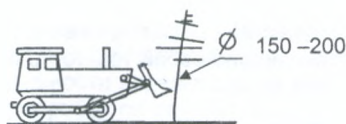


Рисунок 16.2 – Валка деревьев бульдозером



Рисунок 16.3 – Выкорчевывание деревьев бульдозером

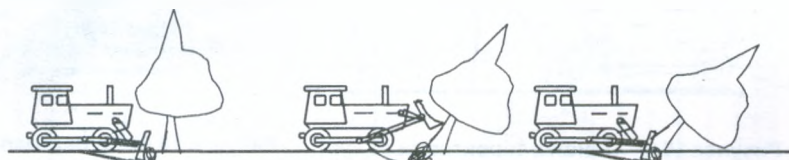


Рисунок 16.4 – Подрезка – валка – выкорчевывание деревьев толщиной >300 мм



Рисунок 16.5 – Корчевание пней бульдозером

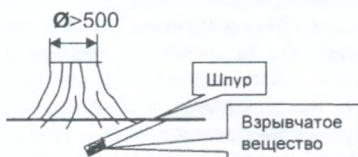


Рисунок 16.6 – Корчевание пней взрывом

Валка деревьев спиливанием производится цепными бензиновыми или электрическими пилами, а при незначительных объемах работ ручными поперечными двуручными пилами. Перед спиливанием производится подрубка дерева с той стороны, куда направляют падение дерева. По высоте и глубине подрубку делают равной примерно  $1/6$  диаметра дерева, при этом подрубка располагается ниже намеченного пропила (рисунок 16.7). Пропил не доводят на 2–3 см до противоположной стороны, и затем валят дерево шестом.

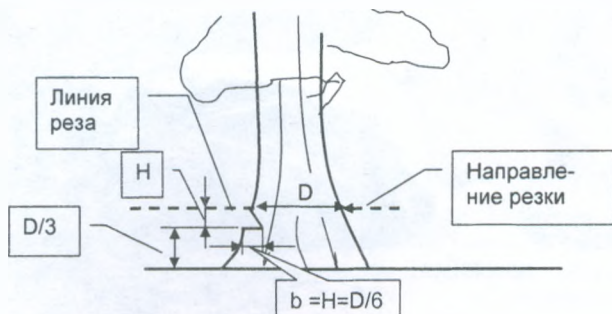


Рисунок 16.7 – Подрубка дерева перед спиливанием

Для очистки территории от кустарников и мелкой поросли применяются бульдозеры (рисунок 16.8) и кусторезы, представляющие собой трактор с режущими ножами, прикрепленные к отвалу (рисунок 16.9).



**Рисунок 16.8 – Очистка территории от кустарников бульдозером**



**Рисунок 16.9 – Бульдозер-кусторез**

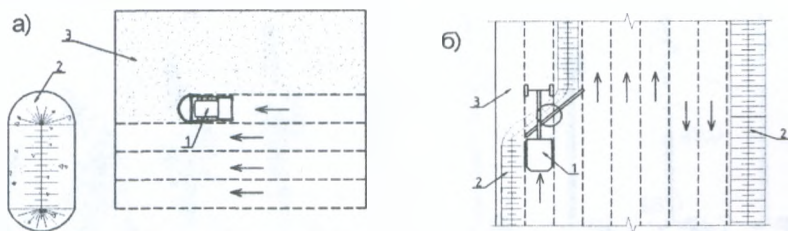
Для очистки территории от кустарников и мелкой поросли применяются бульдозеры (рисунок 16.8), кусторезы (рисунок 16.9), мульчеры (рисунок 16.10). Кусторезы предназначены для расчистки заросших кустарником мелкоколесьем площадей под застройку. Основным рабочим органом кустореза служит клинообразный отвал, снабженный нижней части сменными гладкими или пилообразными ножами впереди отвала, имеющего в плане вид треугольника.

Мульчеры предназначены для валки и измельчения деревьев, веток, а также пней, оставшихся после спила деревьев.



**Рисунок 16.10 – Мульчеры**

Растительный слой грунта на площади будущего земляного сооружения срезают автогрейдером, скреперами или бульдозерами (в зависимости от дальности перемещения), собирают в штабели и в последующем используют для работ по рекультивации выработанных площадей, а также для работ по озеленению и благоустройству территории.



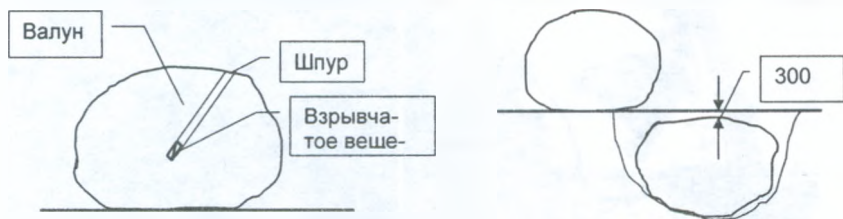
1 – бульдозер (автогрейдер); 2 – отвал растительного грунта; 3 – срезаемый грунт

**Рисунок 16.11 – Срезка растительного слоя бульдозером (а) и автогрейдером (б)**

На рисунке 16.11(а) показана срезка растительного или дернового слоя бульдозером, который поперечными ходами перемещает грунт от середины площадки или полосы отвода к краям.

Автогрейдер при срезке растительного слоя (рисунок 16.11(б)) работает с отвалом, поставленным примерно под углом  $45^\circ$  к направлению движения и заглубленным в грунт на 10... 15 см. При движении машины грунт смещается по отвалу в сторону и укладывается валиком вдоль расчищенной полосы.

Крупные камни, не поддающиеся перемещению, закапывают или предварительно дробят взрывами (рисунок 16.12)



**Рисунок 16.12 – Дробление и закапывание камней валунов**

Снос строений, не используемых в процессе строительства, производят разборкой и обрушением. Работы по разборке в зданиях выполняют в следующем порядке. Сначала демонтируют сантехоборудование: газовые плиты, электроплиты, водогрейные колонки, раковины, ванны, радиаторы и др.; инженерные сети: водопровод, канализация, газопровод, электросети, затем конструктивные элементы – крышу, перекрытия, перегородки и др., которые последовательно разбирают или обрушают. Обрушают те конструктивные элементы, которые находятся в аварийном состоянии вследствие большого

физического и морального износа (рисунки 16.13, 16.14). Кроме того, обрушение используют для сокращения сроков выполнения работ.

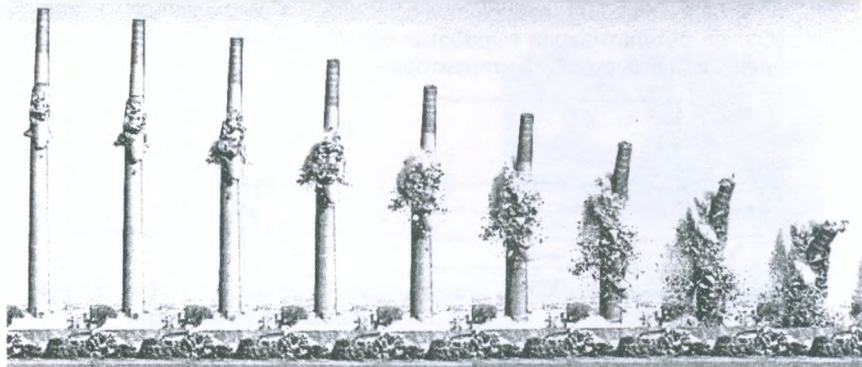


Рисунок 16.13 – Обрушение дымовой трубы взрывом  
а) б)



в)



г)



а – жилого здания взрывом; б) – промышленного здания экскаватором; в) – с использованием гидравлических ножниц, г) – жилого здания экскаваторами

Рисунок 16.14 – Обрушение конструкций

Если на строительной площадке или полосе отвода находятся линии связи или электропередачи, то их выносят за пределы строительной площадки. Воздушные линии могут быть подняты, чтобы обеспечить необходимые габариты. Перенос осуществляется под наблюдением соответствующих ведомственных организаций.

### 16.3. Устройство временного водоотвода поверхностных и грунтовых вод

Поверхностные воды образуются из атмосферных осадков. Их разделяют на "чужие" и "свои". "Чужие" поступают с повышенных соседних участков, "свои" – образуются на стройплощадке.

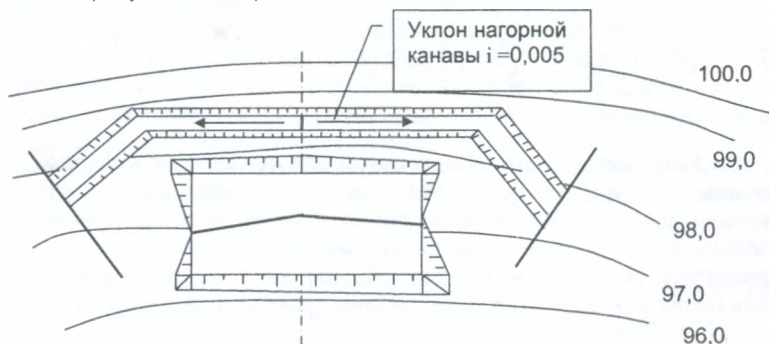
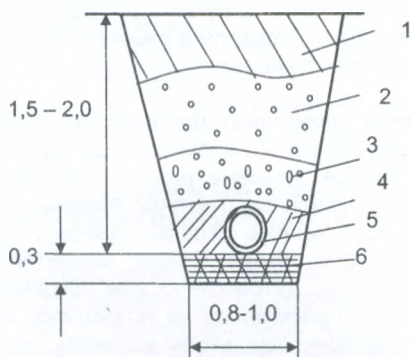


Рисунок 16.10 – Защита площадки от поступления поверхностных вод

Территория площадки должна быть защищена от поступления "чужих" вод, для чего их перехватывают и отводят за пределы площадки. Для перехвата вод устраивают нагорные водоотводные канавы или обваловывание вдоль границ стройплощадки в ее повышенной нагорной части (рис. 16.10).

Водоотводные канавы должны обеспечивать пропуск ливневых и талых вод определенных расходов. Их устраивают шириной 0,5–0,6 м и глубиной не менее 0,5 м. Канаву устраивают на расстоянии не менее 5 м от постоянной выемки и 3 м от временной.

"Свои" поверхностные воды отводят приданием соответствующего уклона при вертикальной планировке площадки или устройством сети открытого или закрытого водостока.



1 – местный грунт; 2 – мелкозернистый песок; 3 – крупнозернистый песок; 4 – гравий; 5 – перфорированная труба; 6 – уплотнительный слой  
Рисунок 16.11 – Схема закрытого дренажа (размеры в метрах)

При высоком уровне горизонта грунтовых вод осушение осуществляют дренажными системами открытого или закрытого типов.

Дренажные системы открытого типа устраивают в виде канав глубиной 0,5–0,7 м, на дно которых укладывают слой крупнозернистого песка, гравия или щебня толщиной 10–15 см. Закрытый дренаж – это обычно траншеи с уклоном в сторону сброса воды, заполняемые дренирующим материалом (крупный песок, щебень, гравий). Для устройства более эффективных дренажей на дно траншеи укладывают перфорированные трубы – керамические, асбестоцементные, бетонные, деревянные (рис. 16.11).

#### **16.4. Устройство инженерных сетей для нужд строительства**

Временное водоснабжение строительства осуществляется путем присоединения к действующим системам водоснабжения, расположенным вблизи стройплощадки. Временные водопроводные сети устраивают из стальных труб диаметром 25 – 150 мм (или других). При сроке эксплуатации более одного года линии укладываются ниже глубины промерзания грунта, при укладке на меньшей глубине – утепляют.

Электроснабжение осуществляется, как правило, от действующих сетей, от рядом расположенных предприятий с использованием постоянных трансформаторных подстанций и линий электропередачи. Временные источники электроснабжения (передвижные электростанции) могут использоваться в начальный период строительства. Электросети устраивают, как правило, воздушными.

Для обеспечения объекта теплом и паром используют действующие котельные или сети ТЭЦ. При отсутствии таковых, могут использоваться передвижные теплоустановки. Сети могут быть подземными или надземными.

Сжатым воздухом обеспечивают от стационарных или передвижных компрессорных установок. Разводка сжатого воздуха осуществляется по стальным трубопроводам для стационарных установок и по резиновым шлангам диаметром 20 – 40 мм для передвижных.

Газ к нагревательным и сушильным агрегатам подается по прорезиненным шлангам длиной не более 20 м. В сжатом и сжиженном виде газ доставляют в баллонах и газораздаточных станциях.

#### **16.5. Размещение временных зданий и сооружений**

Для обслуживания строительства и рабочих на стройплощадке размещают культурно-бытовые (столовые, душевые, раздевалки, медпункты, туалеты и др.), административно-хозяйственные (конторы, прорабские, проходные, пожарные депо и др.) и производственные (склады, навесы, мастерские) временные здания и сооружения. Они обычно бывают инвентарными сборно-разборного типа, передвижными (на автомобилях или прицепах) и переносными. Все временные сооружения размещают на территории, которая не будет застраиваться постоянными зданиями, чтобы избежать перебазирования временных сооружений на новые места. При размещении временных сооружений на стройплощадке необходимо соблюдать правила пожарной безопасности в отношении разрывов между отдельными зданиями и сооружениями.



## 16.6. Геодезическая разбивка земляных сооружений

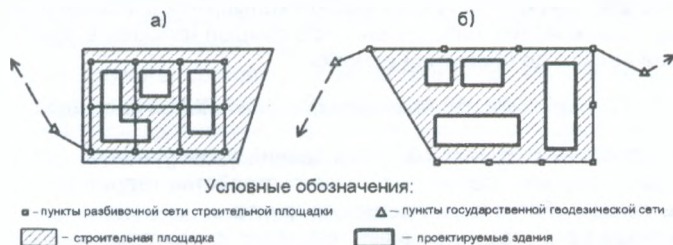
На стадии подготовки площадки к строительству должна быть создана **опорная геодезическая разбивочная основа**, назначение которой - привязать продольные и поперечные оси здания на местности. Она позволяет находить необходимые отметки как в плане, так и по вертикали. Исходными материалами для разбивки служат: стройгенплан; рабочие чертежи сооружения; разбивочные чертежи. Геодезическую разбивочную основу создают преимущественно в виде **строительной сетки и красных линий**.

**Строительная сетка** (в виде продольных и поперечных осей) определяет расположение на местности зданий, сооружений и их габаритов. Строительная сетка применима для разбивки значительных строительных площадок. Строительную сетку выполняют в виде квадратов и прямоугольников, которые подразделяют на основные и дополнительные. Длина сторон основных фигур сетки 100...200 м, а дополнительных - 20...40 м.

**Красные линии** – определяют положение здания, сооружения на местности и его габариты. Разбивочная основа применима для строительства отдельных зданий в городах и поселках, внутри уже сложившейся застройки.

Разбивочные работы на строительной площадке выполняются после расчистки площадки от леса, пней, кустарника и съема плодородного слоя.

Геодезическая разбивка земляных сооружений состоит в установлении и закреплении их положения на местности. Она осуществляется по геодезическому плану строительной площадки, составленному в том же масштабе, что и стройгенплан. На плане дается привязка к Государственной триангуляционной сети, а также к существующим зданиям и сооружениям. В соответствии с геодезическим планом определяют положение сооружения на местности и его привязку в горизонтальном и высотном отношениях.



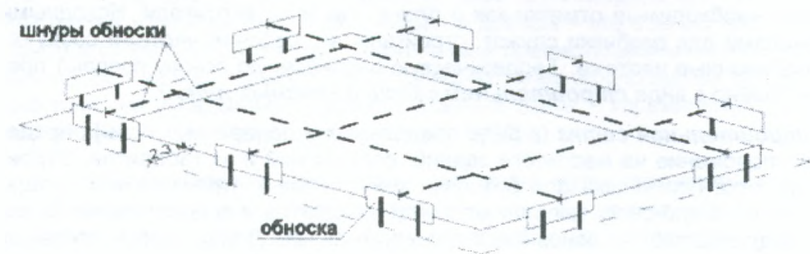
а – строительной сетки; б – красных линий

Рисунок 16.12 – Схемы разбивочной сети строительной площадки в виде

Разбивка осуществляется с помощью геодезических инструментов и начинают с выноса и закрепления на местности створными знаками основных разбивочных осей, основных высотных отметок с помощью постоянных или временных разбивочных знаков привязывая их к красным линиям или пунктам государственной триангуляции.

Оси сооружения, ширины выемки поверху и насыпи понизу, высоты насыпи, глубины выемки и откосов обозначаются на местности вехами и кольями. Все разбивочные знаки (створные вехи, сторожки) закрепляют кольями,

которые забивают с одной стороны сооружения на определенном расстоянии от разбивочных знаков. На прямых участках вехи устанавливаются через 25–50 м, на поворотах через 2,5–5,0 м, в зависимости от радиуса.



**Рисунок 16.13 – Схема устройства обноски**

Для линейно протяженных сооружений (траншей) устраивают только поперечные обноски, которые располагают на прямых участках трассы через 50 м, на закруглениях - через 20 м.

Обноску устраивают также на всех пикетах и точках перелома профиля трассы.

Возможны два основных варианта проектных линий и плоскостей: выше существующей поверхности земли (в местах подсыпки грунта) и ниже ее (в местах снятия грунта). Разбивка горизонтальной линии и плоскости в первом случае сводится к забивке колышков таким образом, чтобы верхние ее срезы находились на заданной проектной отметке. Во втором случае колышки забивают на произвольную высоту и на каждом колышке подписывают рабочую отметку со знаком минус, либо делают под каждый колышек в земле углубление и забивают кол до проектной отметки.

## **17. Вертикальная планировка строительной площадки**

При возведении подземной части зданий и сооружений, прокладке подземных коммуникаций, планировке и благоустройстве территории выполняют работы по разработке и перемещению грунта.

Земляными работами называют комплекс строительных процессов при устройстве различных земляных сооружений. Земляные работы отличаются большой трудоемкостью, поэтому их выполняют в основном комплексным механизированным (98,5 %) способом. Однако часть работ малых объемов (отрывка мелких ям и приямков, доработка и зачистка дна котлованов и траншей после экскаваторов) выполняют вручную.

### **17.1. Виды земляных сооружений**

Все земляные сооружения в зависимости от расположения к дневной поверхности земли подразделяют на выемки и насыпи, обратные засыпки и подземные выработки (рисунок 17.1).



Рисунок 17.1 – Выемки и насыпи, обратные засыпки и подземные выработки

По сроку службы выемки и насыпи могут быть постоянными и временными.

Выемку, имеющую ширину до 3 метров и длину, значительно превышающую ширину, называют траншеей. Выемку, длина которой не превышает десятикратной ее ширины, называют котлованом. Выемку, закрытую с поверхности называют подземной выработкой. Специальные выемки, разрабатываемые для добычи грунта, называют резервами или карьерами, а отсыпки излишнего грунта в неиспользуемые насыпи – кавальерами.

## 18. Грунты и их строительная классификация

Грунтами называют горные породы, представляющие собой многокомпонентные системы, изменяющиеся во времени, используемые как основание, среда или материал при строительстве.

**Скальные грунты** состоят из кристаллитов одного или нескольких минералов, имеющих жесткие структурные связи цементационного типа, характеризуются высокой прочностью и залегают в виде сплошного или трещиноватого массива (гранит, габбро, диабаз, базальт, туф, брекчия, кварцит, песчаник и др.).

**Нескальные грунты** по крупности частиц и их содержанию делят:

на крупнообломочные (валунный, галечниковый, гравийный), песчаные, пылевато-глинистые (супесь, суглинок, глина), биогенные и почвы.

**Крупнообломочные** – нецементированные грунты, в которых масса частиц крупнее 2 мм составляет 50% и более. К ним относятся: валунный, глыбовый, галечниковый (щебенистый), гравийный (дресвяный) грунты.

**Песчаные** – это грунты, содержащие менее 50% частиц крупнее 2 мм и не обладающие свойством пластичности  $I_p < 1$ .

**Пылевато-глинистые грунты** содержат пылеватые (размером 0,05 – 0,005 мм) и глинистые (размером менее 0,005 мм) частицы.

**Супеси** – пески с примесью 5 – 10% глины.

Число пластичности  $I_p$ , %:  $1 \leq I_p \leq 7$

**Суглинки** – пески, содержащие 10 – 30% глины. Число пластичности

$I_p, \%$ :  $7 < I_p \leq 17$ . Их делят на легкие, средние и тяжелые.

**Глины** – горные породы, состоящие из чрезвычайно мелких частиц (менее 0,005 мм) с небольшой примесью мелких песчаных частиц. Число пластичности  $I_p, \%$ :  $I_p > 17$ .

**Лессовидные грунты** – глинистые грунты, в гранулометрическом составе которых более 50 % пылеватых (от 0,05 до 0,005 мм) частиц при незначительном содержании глинистых и известковых частиц. При наличии воды размокают и теряют устойчивость.

**Плывуны** – песчано-глинистые грунты, сильно насыщенные водой.

**Биогенные грунты** – грунты минерально-биологического состава с содержанием органических веществ более 10 % (озерные, болотные, озерно-болотные, озерно-аллювиальные, и др.)

**Почвы** – природные образования в виде поверхностного слоя земной коры, обладающего плодородием;

**Растительные грунты** – различные почвы с примесью перегоя.

Существенное влияние на технологию производства земляных работ оказывают физические характеристики грунтов: плотность, сцепление, влажность, разрыхляемость, угол естественного откоса, а также такие свойства, как просадочность, набухание, переход в пловунное и мерзлое состояние.

**Плотность грунта** это отношение массы грунта, включая массу воды в его порах, к объему грунта (1,2–2,4 т/м<sup>3</sup>).

**Сцепление** характеризует начальное сопротивление грунта сдвигу и зависит от вида грунта и его влажности. Сцепление и плотность грунта влияют на трудоемкость его разработки. Это учитывается в классификации грунтов по группам, приводимой в ЕНиР (сб. Е2, вып.1) для механизированных земляных работ и в НЗТ (сборник 2.1. Ручные земляные работы). Группа определяется наименованием грунта, его характеристикой, состоянием и способом разработки.

При разработке однокоровыми экскаваторами немерзлые грунты подразделяют на шесть групп, скреперами – на две группы, бульдозерами – на четыре группы, а при ручной разработке – на семь групп. Мерзлые грунты имеют свою классификацию.

**Влажность** характеризуется степенью насыщения грунта водой, которую определяют отношением массы воды к массе сухого грунта, выраженным в процентах. Сухими считают грунты, имеющие влажность до 5%, влажными – от 5 до 30%, мокрыми – свыше 30%.

**Разрыхляемость грунта** характеризуется увеличением его объема при разработке, по сравнению с объемом в природном состоянии и выражается коэффициентом первоначального разрыхления –  $K_p$ . Уложенный в насыпь разрыхленный грунт после уплотнения по сравнению с природным состоянием сохраняет остаточное разрыхление, которое характеризуется коэффициентом остаточного разрыхления  $K_{op}$ .

**Углом естественного откоса  $\Phi$**  называют угол, образованный наклонной поверхностью (откосом) отсыпанного разрыхленного грунта с горизонтальной плоскостью, при котором грунт находится в равновесном состоянии. С учетом угла естественного откоса назначают крутизну откосов земляных сооружений, которую принято выражать отношением высоты откоса  $h$  к его заложению  $a$  (рисунок 18. 1).

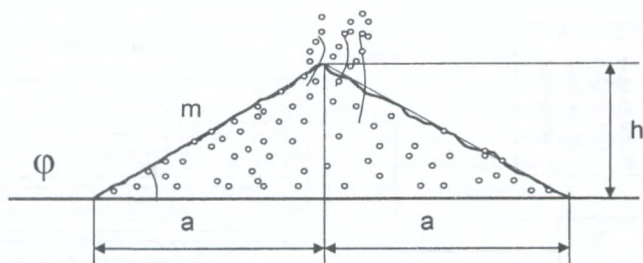


Рисунок. 18.1 – Угол  $\varphi$  естественного откоса грунта в разрыхленном состоянии

$\operatorname{tg} \varphi = \frac{h}{a} = \frac{1}{m}$ , где  $m = \frac{a}{h}$  – коэффициент заложения откоса, а  $\operatorname{tg} \varphi$  – коэффициент откоса.

*Просадочность* – способность грунта легко размокать, размываться, а при замачивании давать, под нагрузкой, значительные просадки.

*Набухание* – увеличение объема грунта в процессе смачивания, свойственно глинистым грунтам при их замачивании.

*Плывунное состояние* возникает в песчаных и пылеватых грунтах в результате их водонасыщения. При вскрытии плывуны переходят в текучее состояние, поэтому необходимы особые методы производства земляных работ.

*Мерзлое состояние* грунта вызывается климатическими условиями.

## 19. Способы разработки грунта и применяемые машины

Земляные работы выполняются механическим, гидромеханическим, взрывным, комбинированным и другими способами. При механическом способе разработки грунт отделяется от массива резанием при помощи рабочего органа машины. При гидромеханическом – с использованием струи воды для размыва, при взрывном – путем разрушения энергией взрыва. Комбинированный способ в зависимости от условий разработки представляет собой сочетание механического и гидромеханического либо механического и взрывного. Специальные способы – ультразвук, токи высокой частоты, термические установки.

При механической разработке грунта используют различные виды машин (рисунок 19.1): землеройные – одноковшовые и многоковшовые экскаваторы, машины для бурения скважин, землеройно-транспортные – скреперы прицепные и самоходные, бульдозеры, грейдеры прицепные и автогрейдеры, грейдер-элеваторы. Предварительное рыхление плотных нескальных грунтов производят плугами и рыхлителями. Перемещают грунт непосредственно рабочим органом землеройно-транспортных машин или специальными средствами при работе землеройных машин. Укладку грунта осуществляют рабочим органом землеройно-транспортной машины, а также вспомогательными машинами для планировки и послойного уплотнения грунта. Доводку земляных сооружений до проектных размеров проводят специальными планировщиками, бульдозерами и грейдерами.

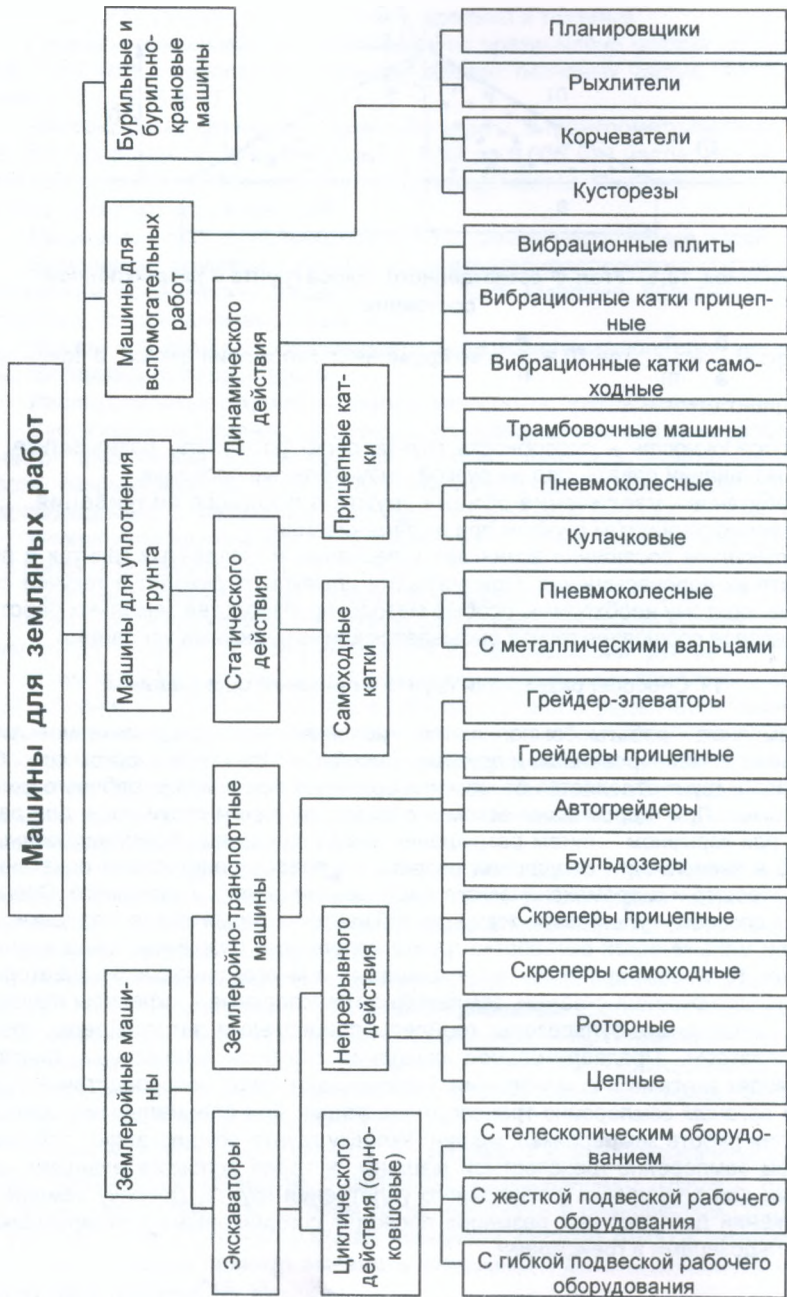


Рисунок 19.1 – Классификация машин для земляных работ

### 19.1. Состав основных и вспомогательных работ при устройстве выемок и насыпей

К основным работам, выполняемым при вертикальной планировке площадки, относятся: разработка и перемещение грунта из выемки в насыпь, разравнивание и уплотнение грунта в насыпи, окончательная планировка площадки. К вспомогательным работам относятся: срезка растительного слоя, окучивание грунта отвозимого из планировочной выемки в отвал, разравнивание привозимого в насыпь грунта транспортом, осушение грунта, увлажнение грунта, предварительная планировка площадки.

### 20. Комплексная механизация производства земляных работ при вертикальной планировке.

Исходя из вида земляного сооружения, объема работ, залегания грунтов, а также условий производства, определяют необходимый комплект машин для обеспечения комплексной механизации всех технологических процессов.

В комплект входит ведущая машина, выполняющая основной процесс – разработку грунта и вспомогательные машины для осуществления других технологических процессов. Машины входящие в комплект, должны быть увязаны между собой по технологическому назначению, техническим и эксплуатационным параметрам и обеспечивать непрерывный строительный поток.

Возможные методы производства земляных работ при планировке площадки приведены в таблице 20.1.

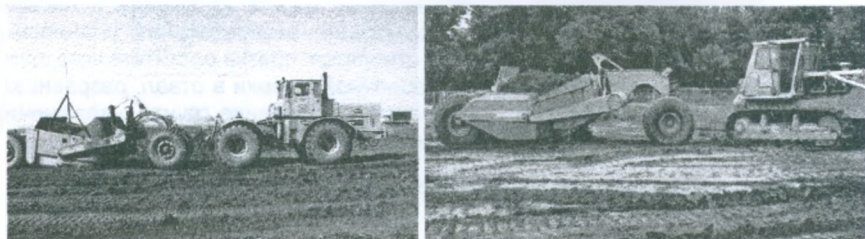
Таблица 20.1 – Возможные методы производства земляных работ

№ п/п	Виды земляных работ	Чем рекомендуется выполнять
1	Разработка и перемещение грунта на расстояние $L_{CP}$ до 20 м.	Грейдерами, автогрейдерами, бульдозерами
2	Разработка и перемещение грунта на расстояние $L_{CP}$ до 100...120 м.	Бульдозерами, прицепными и самоходными скреперами
3	Разработка и перемещение грунта на расстояние $L_{CP}$ до 0,5 км;	Прицепными и самоходными скреперами
4	Разработка и перемещение грунта на расстояние $L_{CP}$ до 3...5 км	Самоходными скреперами
5	Срезки с преимущественной высотой более 1 м, не допускающие разработку скреперами или при $L_{CP}$ более 3...5 км.	Одноровшовыми экскаваторами (погрузчиками) с погрузкой предварительно складированного грунта в транспортные средства

### 21. Разработка грунта скреперами

Скреперы – наиболее высокопроизводительные машины, используемые при отрывке котлованов и планировке поверхностей, возведении плотин, дамб, вскрышных добычных работах. Рабочий орган скрепера – ковш с ножом в передней части. Скреперы предназначены для послойного копания, транспортирования, послойной отсыпки, разравнивания и частичного уплотнения грунтов I – IV категорий. Наиболее эффективно скреперы работают на непереувлажненных

средних грунтах (супеси, суглинки, черноземы) не содержащих крупных каменных включений. Различают два вида скреперов: прицепные к тракторам (рисунок 21.1) и самоходные двух- и трехосные (рисунки 21.2, 21.3).



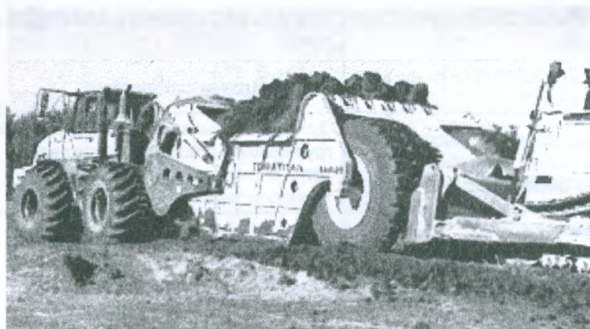
**Рисунок 21.1 – Прицепные скреперы**

У трехосных скреперов часть нагрузки от их массы через седельно-сцепное устройство 2 передается на колесный трактор



1 – трактор; 2 – седельно-сцепное устройство; 3 – рама;  
4 – ковш с заслонкой и задней стенкой

**Рисунок 21.2 – Самоходные трехосные скреперы**



**Рисунок 21.3 – Скреперная система Titan S4412B**

Скреперная система S4412B состоит из скреперного колесного тягача Bell и прицепного скрепера. Ковш, вместимостью до 33,6 м<sup>3</sup> грунта, оборудован скребковым элеватором.

Тягач позволяют передвигаться системе со скоростью до 39 км/час. Общая длина системы достигает 16,7 м, радиус разворота 11,8 м.

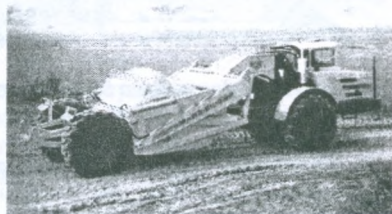
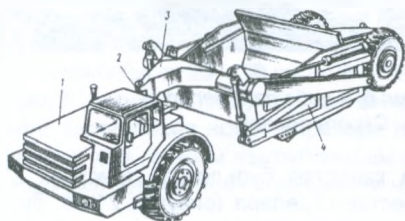


Двухосный скрепер (рисунки 21.4, 21.5) представляет собой единую машину. Базовая машина этих скреперов – одноосный тягач 1 является передней осью такого скрепера.

В настоящее время самым большим скрепером, выпущенным компанией является Cat 657G, с максимальной вместимостью 34 м<sup>3</sup>. Его максимальная скорость движения составляет 55 км/ч, а вес – 66 тонн.



Рисунок 21.4 – Скрепер Cat 657G



1 – тягач; 2 – седельно-сцепное устройство; 3 – тяговая рама;  
4 – ковш с заслонкой и задней стенкой

Рис. 21.5 – Самоходный двухосный скрепер MoA3-6014

Главным параметром скрепера является геометрическая вместимость ковша. В зависимости от этого скреперы подразделяются на машины малой (до 5 м<sup>3</sup>), средней (5–15 м<sup>3</sup>) и большой (свыше 15 м<sup>3</sup>) вместимости.

По способу загрузки на скреперы с пассивной загрузкой движущим усилием срезаемого слоя грунта и принудительной загрузкой с помощью скребковых элеваторов и шнеков. По способу разгрузки – с принудительной разгрузкой при выдвигении задней стенки ковша вперед и свободной – опрокидыванием ковша вперед по ходу машины.

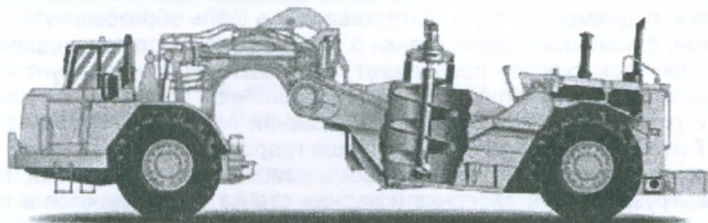
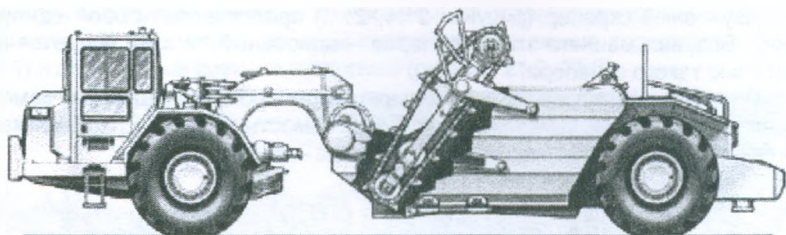


Рисунок 21.6 – Скрепер со шнековой загрузкой



**Рисунок 21.7 – Скрепер с элеваторной загрузкой**



**а)**

**б)**

*а) – работа бульдозером; б) – работа скрепером*

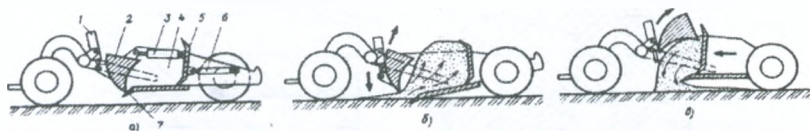
**Рисунок 21.8 – Скрепердозер**

Скрепердозер может работать в качестве бульдозера (рисунок 21.8а; бульдозерный отвал опущен) и в качестве скрепера (рисунок 21.8б; бульдозерный отвал переведен в горизонтальное положение).

К примеру: скрепердозер SR T-18 TIGER способен переместить до 4 тыс. куб. метров грунта за рабочий день. Рабочая скорость движения – до 20 км/ч, объем ковша 18 куб. метров.

Скрепер действует следующим образом (рисунок 21.9). С помощью гидроцилиндров 3 заслонка 2 поднимается на небольшую высоту и образует загрузочную щель между своей нижней кромкой и ножами 7. Ковш из транспортного положения гидроцилиндрами 1 опускается до зарезания ножей 7 в грунт. При продвижении скрепера вперед срезаемый ножами 7 пласт грунта через загрузочную щель поступает в ковш и постепенно заполняет его. После заполнения ковша заслонку 2 опускают, перекрыв загрузочную щель для предотвращения высыпания грунта, а ковш поднимается в транспортное положение, при котором грунт отвозится к месту выгрузки. При разгрузке заслонку 2 полностью поднимают и грунт выталкивается в щель образованную поднятой заслонкой, с помощью задней стенки 5, выдвигаемой гидроцилиндрами 6. Поскольку при этом скрепер продолжает перемещаться вперед, грунт из ковша высыпается по пути разгрузки слоем определенной толщины. Толщину слоя отсыпки грунта можно регулировать, изменяя положение кромки режущих ножей 7 путем подъема-опускания ковша гидроцилиндрами 1. Такой способ разгрузки называется принудительным и наиболее распространен. По окончании выгрузки грунта заслонка и задняя стенка возвращаются в прежнее положение, и скрепер возвращается к месту набора грунта – забю и цикл повторяется.

В зависимости от способа резания грунта изменяется продолжительность наполнения ковша и длина пути набора.



а – транспортное положение; б – набор грунта; в – разгрузка;  
1,3,6 – гидроцилиндры; 2 – заслонка; 4 – ковш; 5 – задняя стенка; 7 – нож  
**Рисунок 21.9 – Схема работы скрепера**

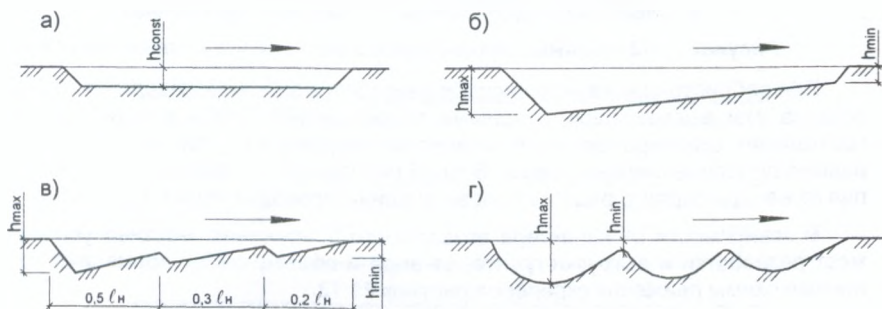
При разработке грунта скрепером используют следующие способы срезания стружки (рисунок 21.10):

постоянной толщины тонкой прямой стружкой (рисунок 21.8а) на любых связных грунтах при срезке растительного слоя и планировочных работах;

клиновой (рисунок 21.10б) – грунт срезается с постепенным уменьшением толщины стружки по мере наполнения ковша, т. е. с постепенным выглублением ножа скрепера к концу набора;

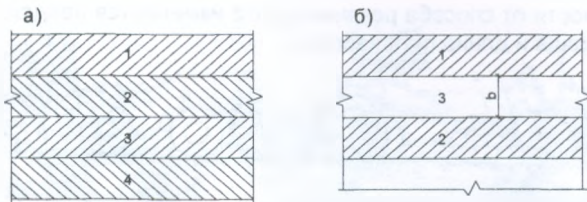
гребенчатый (рисунок 21.10в) – грунт срезается с попеременным заглублением и постепенным подъемом ковша скрепера: на разных стадиях толщина стружки меняется от 20 – 30 см до 8 – 12 см ;

клевковый (рисунок 21.10г) – наполнение ковша осуществляется путем многократного заглубления ножей скрепера на возможно большую величину и последующим его полным выглублением при разработке сухих песчаных и супесчаных грунтов на горизонтальных и наклонных участках.



а – прямая; б – клиновая; в – гребенчатая; г – клевковая  
**Рисунок 21.10 – Виды стружек срезаемых скрепером**

Грунт при наборе ковша скрепером может срезаться по схемам: полоса к полосе (рисунок 21.11а); через полосу (рисунок 21.11б), что позволяет уменьшить сопротивление резанию грунта полос, расположенных между ранее срезанными полосами.

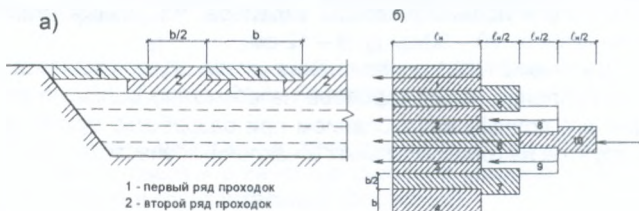


*а – полоса к полосе; б – через полосу; б – ширина ковша скрепера*

**Рисунок 21.11 – Схемы срезания скрепером полос грунта при наборе ковша**

Для увеличения наполнения ковша скрепера за счет снижения сопротивления резанию грунта следует применять траншейно-гребенчатый (рисунок 21.12а) или ребристо-шахматный (рисунок 21.12б) способы набора грунта.

При траншейно-гребенчатом способе разработка производится от края выемки параллельными полосами постоянной глубины и одинаковыми по длине. Между полосами первого ряда оставляют полосы несрезанного грунта «гребни», по ширине равные половине ширины ковша. Во втором ряду проходов забирают грунт на полную ширину ковша, срезая гребень и образуя под ним траншею. Толщина стружки в этом случае в середине ковша 20–30 см, а по краям 10–20 см.



*а – траншейно-гребенчатая; б – ребристо-шахматная*

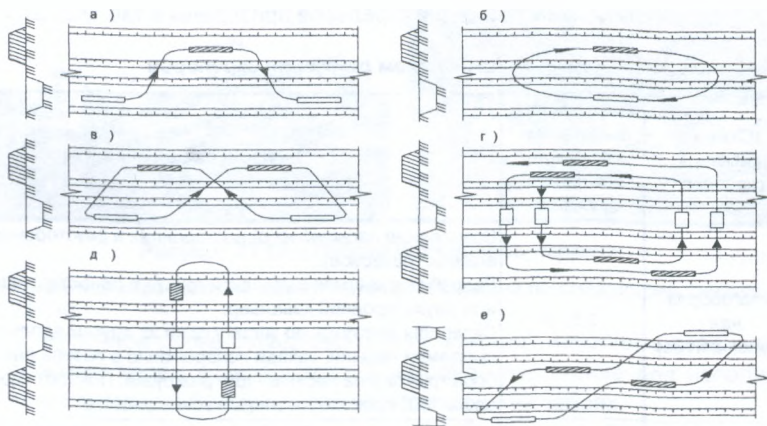
**Рисунок 21.12 – Схемы, снижающие сопротивление резанию грунта**

При ребристо-шахматном способе разработка забоя производится от края резерва или выемки параллельными полосами так, чтобы между первыми проходками скрепера оставались полосы несрезанного грунта, по ширине равные половине ширины ковша. Второй ряд проходок разрабатывают, отступая от начала первого ряда на половину длины проходки первого ряда.

В зависимости от характера возводимого сооружения, местных условий, мест разработки и выгрузки грунта, от вида и объема работ применяют различные схемы движения скреперов рисунок 21.13.

При выборе схемы движения скреперов учитывают следующие требования:

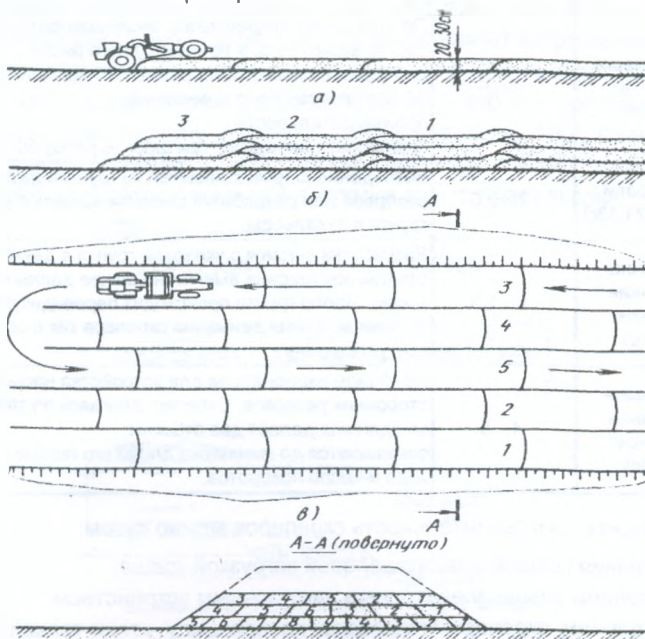
- путь движения скрепера должен быть кратчайшим и с наименьшим числом крутых поворотов;
- левые и правые повороты должны чередоваться, что способствует равномерному износу частей скрепера;
- фронт работ в выемке и насыпи должен обеспечивать полную загрузку и последующую разгрузку скрепера;
- количество подъемов в грузовом и порожнем направлениях должно быть минимальным.



а – по зигзагу; б – по эллипсу; в – по восьмерке; г – по спирали; д – по челочно-поперечной; е – по челочно-продольной

Рисунок 21.13 – Схемы работы скрепера при устройстве земляного полотна

На рисунке 21.14 показана отсыпка первого и последующих слоев грунта при укладке его в насыпь скрепером.



а – отсыпка первого слоя; б – отсыпка последующих слоев; в – вид отсыпки в плане; 1...9 – последовательность отсыпки в насыпь

Рисунок 21.14 – Схемы отсыпки грунта при разгрузке

Характеристики схем движения скреперов приведены в таблице 21.1.

Таблица 21.1 – Характеристика схем движения скреперов

Схема движения скрепера	Наибольшая высота или глубина земляного сооружения, м	Область применения
Зигзагообразная (рисунок 21.13а)	2,5...6	Возведение насыпей из односторонних и двусторонних выемок (резервов). Разработка выемок с укладкой грунта в односторонний или двухсторонний кавальер. Скреперы движутся по зигзагу один за другим вдоль отсыпаемой насыпи, заходя попеременно в резерв для набора грунта и на насыпь - для разгрузки. Поворот скрепера на 180° происходит лишь в конце участка.
По эллипсу (рисунок 21.13б)	1...1,5	Возведение насыпей из грунтов односторонних и выемок с укладкой грунта в насыпь или в кавальер. двусторонних резервов, а также планировочные работы с поперечной разработкой грунта при фронте работ до 100 м. Планировочные работы с продольной разработкой грунта.
По восьмерке (рисунок 21.13в)	4...6	По этой схеме сокращается число поворотов скрепера на 180° и, кроме того, в течение одного цикла движения он дважды, нагружается и дважды разгружается, что способствует повышению производительности. Планировка площадей при фронте работ 50 – 100 м.
По спирали (рисунок 21.13г)	2...2,5	Возведение широких насыпей из грунтов двухсторонних резервов или разработка широких выемок с укладкой грунта в кавальеры.
Поперечно-челночная (рисунок 21.13д)	1...1,5	Разработка выемок с укладкой грунта в двухсторонние отвалы при ширине выемки не менее длины пути набора ковша. Набор грунта происходит перпендикулярно оси выемки во время движения скрепера как в одну, так и в другую сторону.
Продольно-челночная (рисунок 21.13е)	4...6	Наиболее рациональна для устройства насыпей из двусторонних резервов. Скрепер, двигаясь по такой схеме, за один ход делает две отсыпки; сокращается до минимума длина его порожнего хода и число поворотов.

Повысить производительность скреперов можно путем:

использования ковшей с многоцелевой загрузкой ковша;  
оборудованием ковша элеваторным загрузочным устройством;  
использованием скреперных поездов по принципу «тяги-толкай» (скреперы при наполнении ковша сцепляются друг с другом, а их загрузка производится поочередно); использования бульдозера-толкача.



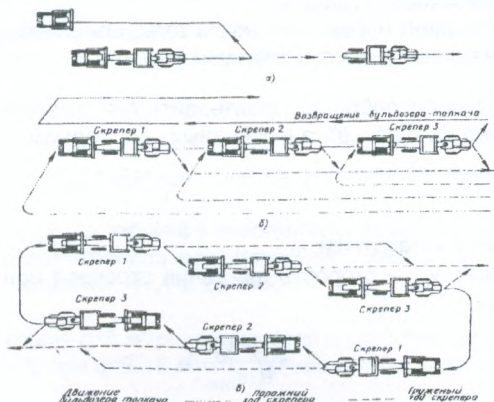
**Рисунок 21.15 – Работа бульдозера-толкача**

Работа бульдозера-толкача может быть организована по следующим схемам (рисунок 21.16):

По челночной схеме бульдозер-толкач помогает наполнять ковш скрепера 1 и задним ходом возвращается в исходное положение для наполнения очередного скрепера. Схему применяют при коротких забоях.

По челночно-цепной схеме бульдозер-толкач помогает набирать грунт скреперу 1, затем скреперам 2 и 3. После окончания наполнения ковша скрепера 3 бульдозер-толкач возвращается в исходное положение. При работе по этой схеме сокращается число холостых ходов бульдозера-толкача и повышается его производительность (за 1 ч загружается до 20...25 скреперов). Обе эти схемы применяют в горизонтальных и наклонных забоях.

По эллиптически-цепной схеме забой разрабатывают встречными смежными проходами скреперов. При этом ликвидируют холостые пробеги бульдозера-толкача, так как очередной скрепер возвращается в забой с противоположной стороны и бульдозеру-толкачу достаточно развернуться на 180°. Схему применяют при разработке выемки и транспортировании грунта в две смежные насыпи, при разработке выемки или канала и укладке грунта в кавальеры.



**а – челночная; б – челночно-цепная; в – эллиптически – цепная**  
**Рисунок 21.16 – Схемы работы бульдозера-толкача**

Сменная эксплуатационная производительность скрепера определяется по выражению:

$$P_{\text{эсм}} = \frac{60 \cdot t_{\text{см}} \cdot q \cdot K_{\text{н}} \cdot K_{\text{в}}}{K_{\text{р}} \cdot T_{\text{ц}} \cdot K_{\text{з}}}, \text{ м}^3/\text{см} \quad (21.1)$$

где  $q$  – емкость ковша скрепера,  $\text{м}^3$ ;  
 $K_{\text{н}}$  – коэффициент наполнения ковша скрепера;  
 $K_{\text{в}}$  – коэффициент использования по времени;  
 $K_{\text{р}}$  – коэффициент разрыхления грунта в ковше скрепера;  
 $T_{\text{ц}}$  – время рабочего цикла скрепера, мин;  
 $K_{\text{з}}$  – коэффициент, учитывающий зимние условия производства работ.

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{н}} + t_{\text{гр}} + t_{\text{р}} + t_{\text{пор}} + t_{\text{м}} \quad (21.2)$$

где  $t_{\text{н}}$  – время набора ковша скрепера;  
 $t_{\text{гр}}$  – время движения груженого скрепера из выемки в насыпь;  
 $t_{\text{р}}$  – время разгрузки ковша скрепера;  
 $t_{\text{пор}}$  – время движения порожнего скрепера;  
 $t_{\text{м}}$  – время маневрирования скрепера.

$$t_{\text{н}} = \frac{\ell_{\text{н}}}{V_{\text{н}}}, \text{ мин} \quad (21.3)$$

где  $\ell_{\text{н}}$  – протяженность пути набора ковша скрепера, м;  
 $V_{\text{н}}$  – скорость движения скрепера при наборе грунта, м/мин.

$$\ell_{\text{н}} = \frac{q \cdot K_{\text{н}} \cdot K_{\text{п}}}{B \cdot h_{\text{р}} \cdot K_{\text{р}} \cdot K_{\text{н}}}, \text{ м} \quad (21.4)$$

где  $K_{\text{п}}$  – коэффициент потерь грунта при наборе;  
 $B$  – ширина захвата ковша, м;  
 $K_{\text{н}}$  – коэффициент неравномерности толщины снимаемой стружки;  
 $h_{\text{р}}$  – толщина снимаемой стружки, м.

Набор грунта целесообразно производить при движении скрепера в глинистых грунтах под уклон  $5 \dots 8^\circ$ , а в песчаных – на подъем  $2 \dots 3^\circ$ .

$$t_{\text{р}} = \frac{\ell_{\text{р}}}{V_{\text{р}}}, \text{ мин} \quad (21.5)$$

где  $\ell_{\text{р}}$  – длина пути разгрузки, м;  
 $V_{\text{р}} = (0,6 \dots 0,7) \cdot V_{\text{гр}}$  – скорость движения скрепера при разгрузке грунта, м/мин;

$$\ell_{\text{р}} = \frac{q \cdot K_{\text{н}}}{B \cdot h_{\text{отс}}}, \text{ м} \quad (21.6)$$

где  $h_{\text{отс}}$  – толщина отсыпаемого слоя грунта не должна превышать технической возможности скрепера, и принимается равной толщине уплотнения грунта в зависимости от грунтоуплотняющей машины, м.



$$t_{гр} = \frac{L_{ср} - l_n - l_p}{V_{гр}}, \text{ мин} \quad (21.7)$$

где  $L_{ср}$  – среднее расстояние перемещения грунта, м (принимается равным  $L_{ср}^{пл}$ );

$V_{гр}$  – скорость движения груженого скрепера, м/мин.

$$t_{пор} = \frac{L_{ср}}{V_{пор}}, \text{ мин} \quad (21.8)$$

где  $V_{пор}$  – скорость движения порожнего скрепера, м/мин.

$$t_{пов} = \frac{n_{пов} \cdot T_{пов}}{60}, \text{ мин} \quad (21.9)$$

где  $n_{пов}$  – число поворотов скрепера за один цикл работы скрепера (зависит от принятой схемы движения скрепера), шт;

$T_{пов}$  – продолжительность одного поворота, с.

В случае прицепных скреперов набор грунта производится на I передаче ( $V_n$ ), перемещение груженого скрепера ( $V_{гр}$ ) – на III передаче, разгрузка грунта ( $V_p$ ) – на II передаче, а движение порожнего скрепера ( $V_{пор}$ ) – на IV, V передаче.

Для увеличения толщины снимаемой стружки, сокращения времени набора грунта, а также для уменьшения длины пути набора и лучшего наполнения ковша рекомендуется применять тракторы-толкачи, оборудованные толкающими плитами с амортизаторами. Трактор-толкач необходим также при разработке плотных и тяжелых грунтов, когда не хватает усилия тягача скрепера при наборе грунта.

Число скреперов, обслуживаемых одним толкачом, определяется по выражению:

$$N_c = \frac{T_{ц}}{t_T}, \text{ шт} \quad (21.10)$$

где  $T_{ц}$  – время рабочего цикла скрепера, мин

$t_T$  – продолжительность рабочего цикла толкача, мин.

$$t_T = t_n + t_{обр} + t_{п} + t_{пп}, \text{ мин} \quad (21.11)$$

где  $t_{обр}$  – время возвращения толкача в исходное положение ( $t_{обр} \approx 0,25$  мин);

$t_n$  – время подхода толкача к очередному скреперу ( $t_n \approx 0,33$  мин);

$t_{пп}$  – продолжительность переключения передач, остановки перед началом толкания, ( $t_{пп} \approx 0,25$  мин).

При емкости ковша  $q=3 \text{ м}^3$  рекомендуется в качестве толкача использовать тракторы Т-74, ДТ-75; при  $q=6 \dots 8 \text{ м}^3$  – Т-100; при  $q=10 \dots 15 \text{ м}^3$  – Т-130, Т-180.

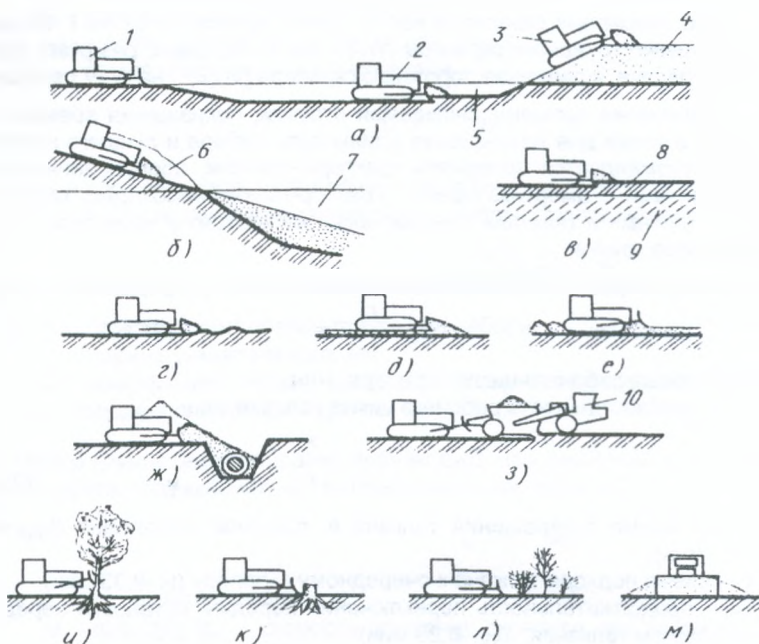
Рассчитанную производительность скрепера необходимо сравнить с нормативной производительностью, определяемой по формуле:

$$П_n = (E_{изм} \cdot t_{см}) / H_{маш.вр.}$$

## 22. Разработка грунтов бульдозерами

Бульдозеры – машины циклического действия, предназначенные для резания, перемещения, укладки и планирования грунта. Основные схемы видов работ бульдозеров показаны на рисунке 22.1.

Эти машины отрывают котлованы под фундаменты зданий, послойно разрабатывают и перемещают грунты I–IV категорий, сооружают насыпи железнодорожных и автомобильных дорог, срезают косогоры и засыпают выемки. С помощью бульдозеров производят планировку строительных площадок при переднем и заднем ходе, разравнивают материалы, толкают скреперы в тяжелых грунтовых условиях, разравнивают грунт, отсыпаемый другими машинами, засыпают траншеи при строительстве нефте- и газопроводов, возводят плотины, дамбы и роют каналы в мелиоративном и гидротехническом строительстве. Бульдозеры могут осуществлять валку деревьев, корчевку пней, срезку мелколесья и кустарников, расчищать территории от снега, камней и строительного мусора.



*а – разработка котлованов, траншей, каналов с отсыпкой грунта в кавальеры, насыпи; б – срезка косогоров и засыпка выемок; в – снятие плодородного слоя; г – планировка передним ходом; д – разравнивание грунта; е – планировка при заднем ходе; ж – засыпка траншей; з – толкание скрепера при наполнении ковша грунтом; и – валка деревьев; к – корчевка пней; л – срезка кустарников и мелколесья; м – снегоочистительные работы; 1 – исходное положение бульдозера; 2 – резание и транспортирование грунта; 3 – бульдозер на насыпи; 4 – насыпь или кавальер; 5 – траншея; 6 – косогор; 7 – выемка; 8 – плодородный слой; 9 – основной грунт; 10 – скрепер*

**Рисунок 22.1 – Основные виды работ, выполняемые бульдозерами**

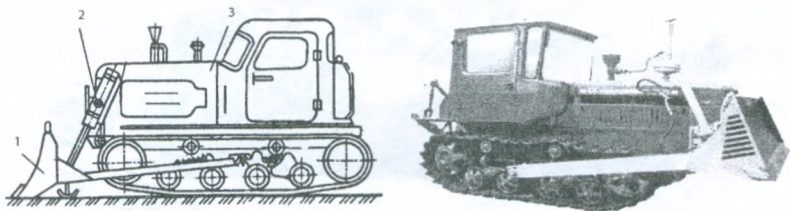
Широко применяют бульдозеры при добыче полезных ископаемых открытым способом в горном деле как для уборки растительного слоя земли и пустой породы, так и для разработки и транспортирования угля, золотоносных песков, железных руд.

Бульдозер состоит из базовой машины – колесного или гусеничного трактора, рабочего органа (отвала) и системы управления рабочим органом.

Бульдозеры классифицируются по назначению, тяговому классу и типу ходового устройства базовой машины, конструкции и типу рабочего органа и типу управления отвалом.

По назначению бульдозеры делятся на две группы: общего назначения и специальные.

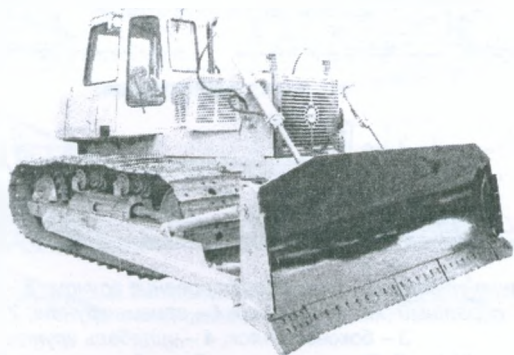
По установке отвала бульдозеры различают бульдозеры с неповоротным отвалом (рисунок 22.2), который размещается перпендикулярно к продольной оси машины, и бульдозеры с поворотным отвалом (рисунок 22.3). В бульдозерах с поворотным отвалом положение отвала можно изменять в горизонтальной плоскости относительно продольной оси.



**Рисунок 22.2 – Бульдозер ДЗ-42: 1 – отвал; 2 – гидроцилиндры; 3 – трактор**

По типу базовой машины бульдозеры делятся на гусеничные (рисунок 22.3) и колесные (рисунки 22.4 и 22.5).

По тяговому классу бульдозеры делят на малогабаритные (мощностью 18,5 ... до 37 кВт), легкие (мощностью 37 ... 96 кВт); средние (мощностью 103 ... 154 кВт) и; тяжелые (мощностью 220 ... 405 кВт); сверхтяжелые (мощностью 510 кВт и более).



**Рисунок 22.3 – Уральский бульдозер-10М мощностью (130 кВт)**



Рисунок 22.4 – Колесный бульдозер  
K-702MBA-01-БКУ (170 кВт)



Рисунок 22.5 – Колесный бульдозер  
БЕЛАЗ -7823 (310 кВт)

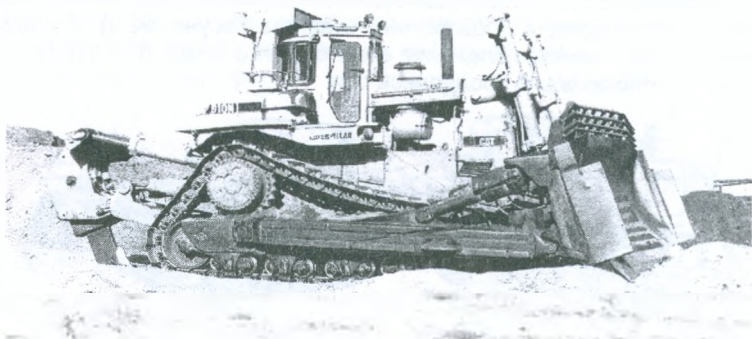
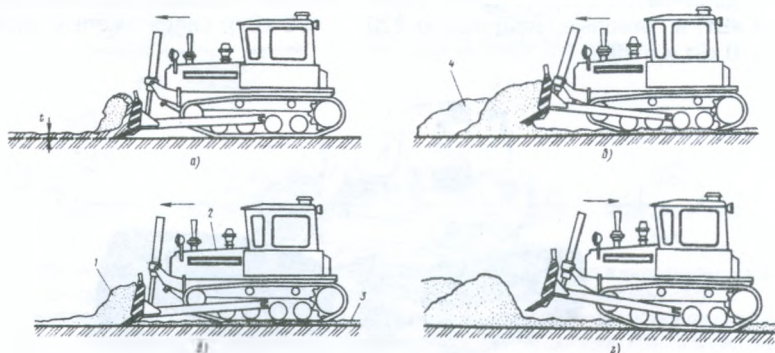


Рисунок 22.6 – Бульдозер Caterpillar D10N (415кВт)

Рабочий цикл бульдозера (рисунок 22.7) состоит из резания грунта и образования призмы волочения, транспортирования ее к месту штабелирования, отсыпки грунта, обратного хода машины.



а – резание грунта; б – транспортирование грунта; в – отсыпка грунта;  
г – обратный (холостой) ход; 1 – призма грунта; 2 – бульдозер;  
3 – боковой валок; 4 – штабель грунта

Рисунок 22.7 – Рабочие циклы работы бульдозера при разработке и перемещении грунта

На рисунке 22.8 показан рабочий цикл бульдозера при разработке траншеи. Начинается рабочий цикл в момент первого движения машины (I). Потом следует рабочий ход (II), в процессе которого отвал срезает грунт в начале траншеи до образования призмы волочения и транспортирует ее к месту выгрузки на кавальер со скоростью  $V_n$ . При перемещении материала машинист продолжает набирать грунт в призму, так как неизбежны утечки его в боковые валки. После этого машина останавливается (III) для разгрузки и подъема отвала на 200...300 мм над поверхностью дна траншеи и включения задней передачи. Холостой ход (IV) бульдозера выполняют задним ходом со скоростью  $V_3$ . Последняя операция цикла – остановка машины для включения передней передачи и опускания отвала (V). Опытные машинисты совмещают переключение передач и рабочие движения рабочего оборудования.

После этого рабочий цикл повторяют (VI). В процессе движения бульдозер проходит длину траншеи  $L_T$ , и путь по кавальеру  $l_k$ . Средний путь транспортирования  $l_n$  – это расстояние между центрами тяжести поперечных сечений траншеи (точка  $O_2$ ) и кавальера (точка  $O_1$ ).

Разработку грунта бульдозерами ведут послойно, применяя следующие способы срезания стружки:

стружкой постоянной толщины – для всех видов грунта при их наборе на подъеме или для грунтов со значительным сопротивлением копанью;

клиновым, т.е. с переменной толщиной стружки – для грунтов с малым сопротивлением копанью;

гребенчатый, с попеременным заглаблением отвала – для плотных и сухих грунтов.

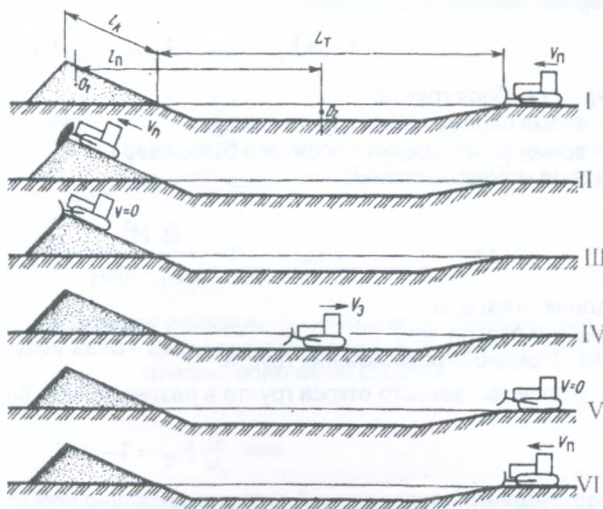


Рисунок 22.8 – Рабочий цикл бульдозера при разработке траншеи



Рисунок 22.9 – Работа бульдозеров

Работа бульдозера может быть организована по маятниковой или челночной схемам. При маятниковой схеме ( $L_{CP} \geq 50 \dots 70$  м) бульдозер возвращается к месту набора грунта передним ходом с разворотами. При челночной схеме ( $L_{CP} < 50 \dots 70$  м) бульдозер возвращается к месту набора задним ходом.

Сменная эксплуатационная производительность бульдозера определяем по формуле:

$$P_{эсм} = \frac{60 \cdot t_{см} \cdot q \cdot K_C \cdot K_l \cdot K_B}{T_{ц} \cdot K_3}, \text{ м}^3/\text{см} \quad (22.1)$$

где  $q$  – объем призмы волочения в плотном теле,  $\text{м}^3$ ;  
 $K_C$  – коэффициент, учитывающий потери грунта при перемещении;  
 $K_l$  – коэффициент, учитывающий условия рельефа местности;  
 $K_B$  – коэффициент использования бульдозера по времени;  
 $T_{ц}$  – время рабочего цикла бульдозера, мин.

$$T_{ц} = t_H + t_{пер} + t_{пор} + t_M, \text{ МИН} \quad (22.2)$$

где  $t_H$  – время набора грунта;  
 $t_{пер}$  – время перемещения грунта в насыпь;  
 $t_{пор}$  – время возвращения порожнего бульдозера;  
 $t_M$  – время маневрирования.

$$q = \frac{B \cdot H^2}{2 \cdot K_p \cdot \text{tg}\varphi_0}, \text{ м}^3 \quad (22.3)$$

где  $B$  – длина отвала, м;  
 $H$  – высота отвала, м;  
 $K_p$  – коэффициент разрыхления грунта;  
 $\varphi_0$  – угол естественного откоса грунта в разрыхленном состоянии.

$$K_C = 1 - \gamma \cdot \ell \quad (22.4)$$

где  $\gamma$  – коэффициент, определенный экспериментально ( $\gamma=0,005$ );  
 $\ell$  – расстояние перемещения грунта, м.

$$\ell = L_{CP} - \ell_H \quad (22.5)$$

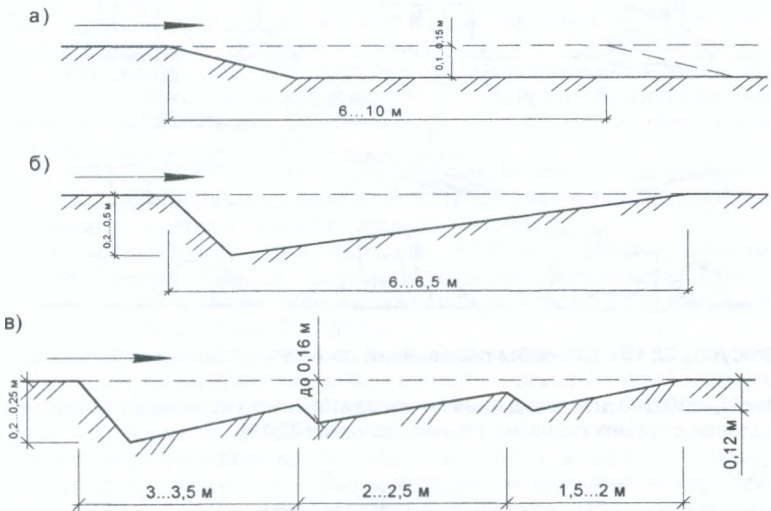
где  $\ell_H$  – путь набора призмы волочения, м.

$$\ell_H = \frac{q \cdot K_{\Pi}}{B \cdot h_p} \quad (22.6)$$

где  $K_{\Pi}$  – коэффициент потерь грунта при наборе призмы волочения;  
 $h_p$  – толщина срезаемой стружки, м

Разработку грунта бульдозерами ведут послойно, применяя следующие способы срезания стружки (рисунок 22.10):

стружкой постоянной толщины – для всех видов грунта при их наборе на подъеме или для грунтов со значительным сопротивлением копанью;  
 клиновым, т.е. с переменной толщиной стружки – для грунтов с малым сопротивлением копанью;  
 гребенчатый, с попеременным заглаблением отвала – для плотных и сухих грунтов.



а – постоянной толщины; б – клиновая; в – гребенчатая  
 Рисунок 22.10 – Виды срезаемых бульдозером при наборе призмы волочения стружек

$$t_H = \frac{\ell_H}{V_H}, \text{ мин} \quad (22.7)$$

где  $V_H$  – скорость движения бульдозера при наборе грунта, м/мин.

$$t_{\text{ПЕР}} = \frac{L_{\text{CP}} - l_{\text{H}}}{V_{\text{ПЕР}}}, \text{ мин} \quad (22.8)$$

где  $V_{\text{ПЕР}}$  – скорость перемещения грунта бульдозером в насыпь, м/мин.

$$t_{\text{ПОР}} = \frac{L_{\text{CP}}}{V_{\text{ПОР}}}, \text{ мин} \quad (22.9)$$

где  $V_{\text{ПОР}}$  – скорость возвращения порожнего бульдозера, м/мин.

$$t_{\text{M}} = n_{\text{ПН}} \cdot t_{\text{ПН}} + n_{\text{УО}} \cdot t_{\text{УО}} + n_{\text{П}} \cdot t_{\text{ПОВ}}, \text{ мин} \quad (22.10)$$

где  $t_{\text{ПН}}$  – время на переключение передач, мин;

$t_{\text{УО}}$  – время на установку отвала, мин;

$t_{\text{ПОВ}}$  – время, затрачиваемое на поворот бульдозера, мин;

$n_{\text{ПН}}$ ,  $n_{\text{УО}}$ ,  $n_{\text{П}}$  – соответственно количество переключения передач, установок отвала и поворотов в одном цикле работы бульдозера, шт.

Резание грунта ( $V_{\text{H}}$ ) производится на I передаче, перемещение ( $V_{\text{пер}}$ ) – на I, II передаче, возврат порожняком ( $V_{\text{пор}}$ ) – задним ходом.

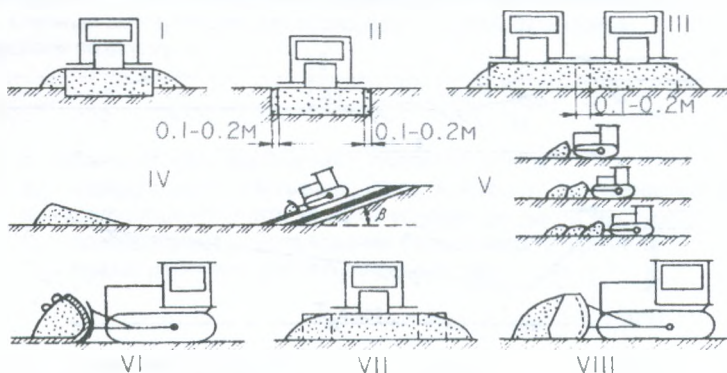


Рисунок 22.10 – Способы повышения производительности бульдозеров

При  $L_{\text{CP}} \geq 30 \dots 40$  для повышения производительности принимают схему работы бульдозера с промежуточными валками (рисунок 22.11).

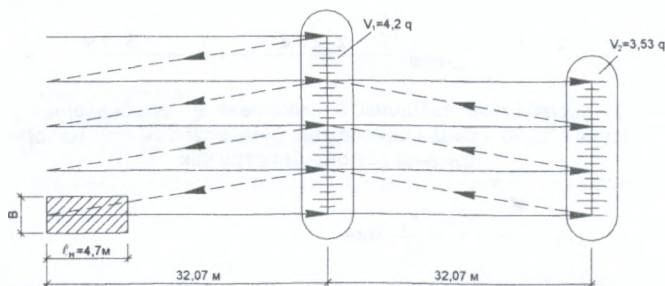


Рисунок 22.11 – Разработка и перемещение грунта бульдозером по схеме с промежуточными валками



Для увеличения объема призмы волочения используют следующие рациональные способы (рисунок 22.10). Движение бульдозера по одному и тому же следу (I) позволяет образовать после двух-трех проходов боковые валки достаточной высоты. Благодаря этому уменьшаются боковые утечки грунта и объем призмы волочения возрастает.

Траншейный способ разработки грунта (II) увеличивает объем призмы волочения, так как боковые стенки траншеи удерживают материал перед отвалом.

Спаренная работа двух-трех бульдозеров (III) способствует увеличению массы перемещаемого грунта, так как ограничивается высыпание грунта в боковые валики между машинами. Спаренная работа требует внимательности и взаимопонимания машинистов.

Работа бульдозера под уклон (угол  $\beta$ ) увеличивает скорость движения и объем призмы волочения (IV). Этот способ следует чаще использовать при уклоне рабочей местности и на ровной площадке во время отрывки котлованов.

Перемещение двойной и тройной призмы волочения (V) способствует повышению производительности. Призму волочения, набранную при первом проходе, оставляют по середине пути рабочего хода. К этому же месту доставляют вторую призму, перемещая удвоенный объем грунта на некоторое расстояние дальше. К этому месту доставляют третью призму и массу разрыхленного материала перемещают к месту укладки.

Выбор оптимального угла резания (VI) в зависимости от плотности и влажности грунта имеет большое значение. При работе на влажных грунтах он должен составлять 45...50°. Стружка грунта поднимается выше отвала, опускаясь в верхней зоне от козырька, и способствует образованию призмы волочения большего объема. Во время работы на насыпных грунтах угол резания должен составлять 60...65°.

Увеличению массы перемещаемого материала способствует использование уширителей и удлинителей (VII). Дополнительное оборудование рационально применять и на планировочных работах.

Оборудование бульдозеров открылками (VIII) и предварительное рыхление плотных грунтов повышает производительность бульдозера на 10...15%. Уширители с жестким креплением к отвалу при работе в легких грунтах повышают производительность на 20...30%.

Дополнительное оборудование позволяет машине работать более эффективно только на разработке легких грунтов и насыпных штабелированных материалов. В противном случае перегружаются двигатель, трансмиссия, ходовая часть и снижается надежность машины.

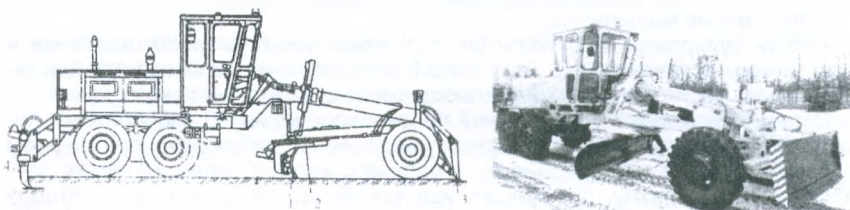
Важные факторы увеличения производительности машин – повышение коэффициента использования машины по времени, снижение потерь времени по организационным причинам (определение фронта работ, перемещение с объекта на объект), уменьшение простоев машин из-за поломок и неисправностей путем своевременного проведения профилактических мероприятий и технического обслуживания машин.

### 23. Разработка грунтов грейдерами и автогрейдеррами

Грейдер – это землеройно-транспортная машина, предназначенная для профилирования и планировки поверхности земляного полотна дорог, выравнивания и перемещения грунта, гравия или щебня по полотну при строительстве или ремонте грунтовых дорог. С помощью грейдеров устраивают кюветы и выемки, производят планировку площадей, очищают дороги от снега.

Грейдер состоит из грейдерного оборудования и тягача. Основное рабочее оборудование – грейдерный отвал с ножами, установленный под углом к продольной оси грейдера и размещенный между передней и задней осями грейдера. При движении грейдера ножи срезают грунт и отвал сдвигает его в сторону. В зависимости от способа агрегатирования грейдерного оборудования и тягача грейдеры разделяют на прицепные и самоходные, которые называют автогрейдером (рисунок 23.1).

Грейдер-элеватор – грейдер с конвейером для подачи срезанного грунта в отвал или на транспортное средство (рисунок 23.2).



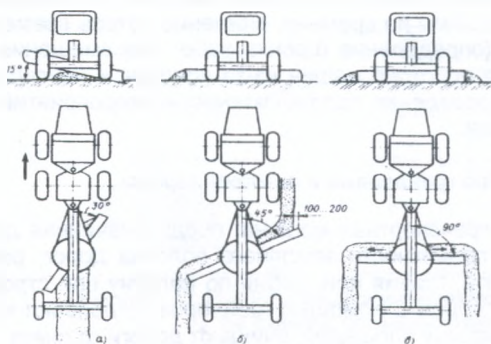
1 – отвал со сменными ножами; 2 – поворотный круг; 3 – бульдозерный отвал; 4 – кирковщик

Рисунок 23.1 – Автогрейдер ДЗ-143



Рисунок 23.2 – Грейдер-элеваторы

Рабочий режим грейдера (рисунок 23.3) заключается в срезании и перемещении грунта. При прямолинейном движении грейдера край отвала заглубляется ниже поверхности грунта, который скапливается в виде призмы перед отвалом, повернутым под углом к продольной оси грейдера, перемещается по отвалу и сходит с него в виде валка. Призма все время пополняется за счет срезания грунта отвалом при движении грейдера, образуя непрерывный валок.



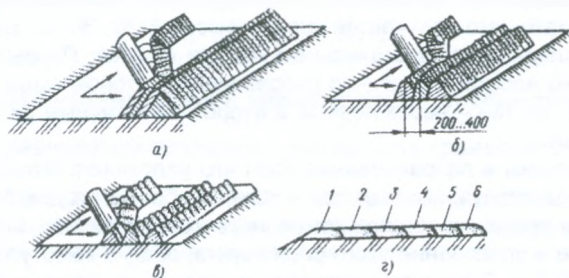
отвалом, повернутым под углом к продольной оси грейдера, перемещается по отвалу и сходит с него в виде валка. Призма все время пополняется за счет срезания грунта отвалом при движении грейдера, образуя непрерывный валок.

а – резание грунта;  
б – перемещение;  
в – разравнивание  
Рисунок 23.3 – Рабочие операции грейдера

Возведение насыпи заключается в вырезании и перемещении грунта из выемки в насыпь при продольных проходах машины (рисунок 23.5). Грунт приходится перемещать как в самом резерве, так и на насыпи.



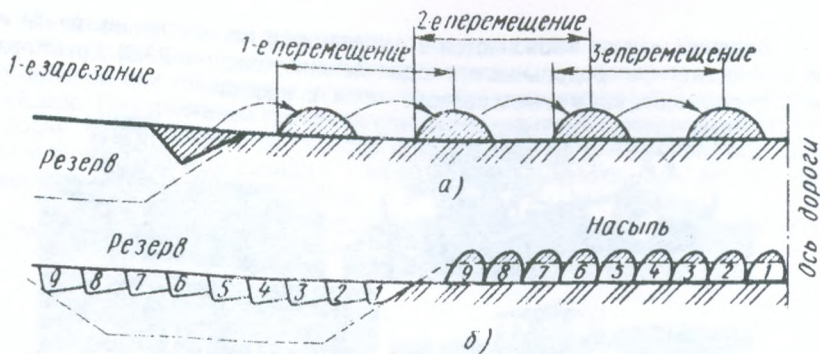
Рисунок 23.4 – Разработка и перемещение грунта грейдерами



а – резание и перемещение грунта; б – укладка грунта; 1...9 – проходы автогрейдера

Рисунок 23.5 – Разработка резерва

В насыпях грунт укладывают определенным образом в зависимости от их высоты (рисунок 23.6). При отсыпке насыпей высотой 0,6...0,7 м перемещаемые валки грунта укладывают вприжим. Каждый последующий валок плотно прижимают к ранее уложенному. Получается один широкий и плотный вал грунта, который выше каждого отдельного на 10...15 см и вдвое больше по объему. Если высота насыпи составляет 0,4...0,5 м, то ее укладывают вполуприжим. Последующие валки частично прижимают к ранее уложенному так, что расстояние между гребнями составляет 20...40 см. Насыпи высотой до 0,25 м укладывают вразбежку с таким расчетом, чтобы валы соприкасались только основаниями. При высоте насыпи не более 0,15 м грунт целесообразно укладывать не валами, а слоем, отсыпая грунт учетом поперечного уклона. Насыпь возводят послойно, постепенно наращивая ее высоту. Если при этом не требуется уплотнения каждого слоя, а предусматриваются естественная осадка и уплотнение отсыпанного грунта, то валки в насыпи укладывают вприжим.



а – вприжим; б – вполуприжим; в – вразбежку; г – слоем с заданным поперечным уклоном; 1...6 – проходы автогрейдера

**Рисунок 23.6 – Схема укладки грунта в насыпи**

Нижний слой грунта можно укладывать двумя способами. В одном случае валики укладывают вразбежку с последующим разравниванием их отвалом, в результате чего получается насыпь высотой 20...30 см. Во втором случае валики укладывают наращиванием насыпи от края. Первый валик перемещают к краю насыпи и частично разравнивают; второй валик перемещают через первый, третий – через первый и второй с частичным разравниванием каждого валика.

После отсыпки и разравнивания слоя его уплотняют. Второй слой валиков укладывают вполуприжим от оси насыпи к обочине, а для более плотной отсыпки краев несколько последних валиков укладывают вприжим. Закончив разравнивание и уплотнение этого слоя грунта, общую высоту насыпи поднимают до 0,6...0,7 м. Завершают возведение насыпи из боковых резервов разравниванием отсыпаемого грунта в насыпи.

Поверхность земляного полотна разравнивают продольными круговыми проходами вдоль насыпи, начиная от краев к середине (рисунок 23.7). Отвал грейдера устанавливают с углом захвата 60...90° и углом резания до 50°. Угол наклона отвала выдерживают в соответствии с заданным профилем насыпи. След предыдущих проходов отвала перекрывают не менее чем на 0,3 м.



**Рисунок 23.7 – Разравнивание грунта грейдером**

## 24. Срезка растительного слоя

Срезка растительного слоя выполняется бульдозерами, грейдерами и скреперами. Наиболее производительными являются бульдозеры.

Срезаемый растительный грунт перемещается, кроме того, за пределы площадки (рисунок 24.1) на расстояние:

$$L_{\text{ПЕР}} = \frac{a}{2} + b, \text{ м} \quad (24.1)$$

где:  $b$  – расстояние от края площадки до кавальера с растительным грунтом ( $b=6 \dots 15$  м).

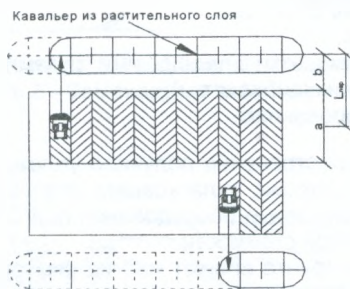


Рисунок 24.1 – Схема срезки и перемещения растительного грунта

## 25. Разравнивание привозимого в насыпь транспортом грунта

Выполняется бульдозерами по схеме, приведенной на рисунке 25.1. При этом толщина разравниваемого слоя принимается в соответствии с техническими возможностями принятой машины для уплотнения грунта.

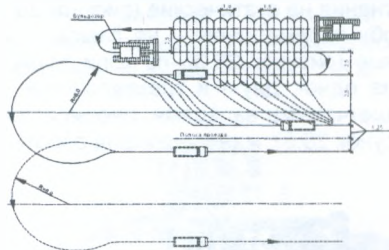


Рисунок 25.1 – Схема разравнивания грунта, привозимого автотранспортом, при устройстве насыпи

## 26. Уплотнение грунта планировочной насыпи

Уплотнение грунтов является одной из самых ответственных технологических операций при строительстве различных объектов. Оно основано на сближении частиц грунта, в результате чего уменьшается его пористость и сжимаемость, повышается плотность. Некачественное уплотнение не только снижает надежность работы объекта, сооружения или конструкции (нередко сразу же после сдачи жилого дома в эксплуатацию деформируются отмостки, подъездные дороги, тротуары), но может привести и к разрушению отдельных конструктивных элементов здания или даже объекта в целом.

Применяются следующие способы уплотнения грунта:

1. Замачивание грунта:

поливкой водой;  
отсыпкой в воду;  
заливкой обвалованного участка насыпи водой.

2. Статический:

укаткой посредством катков;  
статической пригрузкой.

3. Динамический:

ударной нагрузкой (трамбованием);  
вибрационной нагрузкой.

4. Комбинированные способы:

гидровиброуплотнение;  
укаткой с трамбованием (катки с падающими грузами);  
укаткой с вибрированием (виброкатки);  
трамбованием с вибрированием.

Наибольшее распространение получило уплотнение грунта катками статического действия: гладкими, кулачковыми, пневмошинными. Это обусловлено простотой и надежностью оборудования при высокой производительности и сравнительно низкой стоимости.

На уплотняемость грунта влияют многие факторы: механический состав, связность, начальная плотность и его влажность; толщина уплотняемых слоев; способы уплотнения, параметры применяемых машин, число проходов механизмов по одному месту.

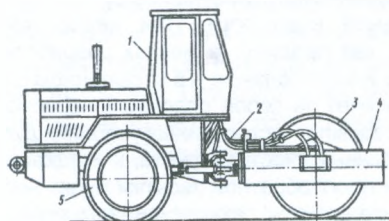
Грунтоуплотняющее оборудование можно разделить на две основные группы: для осуществления линейных работ и для уплотнения грунтов в стесненных условиях.

Для уплотнения насыпей в спланированных площадках, плотинах, линейных сооружениях (в основном в дорожном строительстве) применяют катки. Они классифицируются по принципу уплотнения на статические (рисунок 26.1) и вибрационные (рисунок 26.2), по способу перемещения – на самоходные (рисунок 26.1, 26.2), навесные и прицепные (рисунок 26.3), по количеству и конструкции уплотняющих элементов – на одно-, двух- и трехвальцовые, с гладкими, кулачковыми (рисунок 26.4), решетчатыми вальцами, пневмоколесные, грунтовые катки с виброплитами (рисунок 26.5), мини-катки для работы в стесненных условиях (рисунок 26.6).

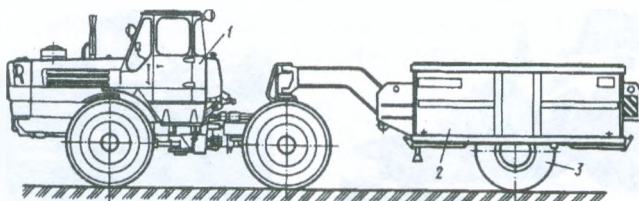


Рисунок 26.1 – Самоходные катки на пневмошинах

В земляных сооружениях, требующих уплотнения, грунт должен насыпаться послойно. Толщину уплотняемых слоев назначают в зависимости от условий производства работ и применяемых уплотняющих машин.



1 – тягач; 2 – гидрооборудование; 3 – вибровалец; 4 – рама; 5 – ходовая часть  
**Рисунок 26.2 – Самоходные вибрационные катки**



1 – колесный трактор; 2 – бункера; 3 – колеса  
**Рисунок 26.3 – Прицепной пневмоколесный каток**

Толщина слоя грунта, уплотняемого гладкими катками статического действия (несвязный грунт), достигает 0,15 м, кулачковыми катками статического действия (связный и комковатый грунт) – 0,5 м, вибрационными катками с гладкими вальцами и пневмоколесными катками – 0,6 м, прицепными и полу-прицепными вибркатками - 1,5 м.



**Рисунок 26.4 – Самоходный – а и прицепной – б кулачковые катки**

Уклон поверхностного слоя должен быть в поперечном направлении не выше 5 %, в продольном – 10 %. Уплотнение грунта пневмокатками производится при длине захватки (гона) более 200 м. После прокатки откосной части

насыпи уплотнение продолжают круговыми проходами от краев к середине по всей площади насыпи, причем каждая проходка должна перекрывать предыдущую на 0,2...0,3 м. После укатки всей площади за один раз, приступают ко второму, третьему и т. д. проходу по одному следу (рисунок 26.6).

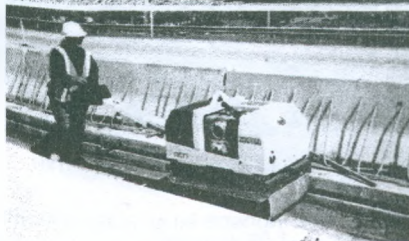
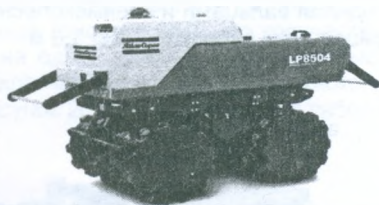
Уплотняют грунты при оптимальной влажности. При недостаточной влажности связные грунты увлажняют, как правило, в местах разработки (в карьере, выемке, резерве), а несвязные и малосвязные – в отсыпанном слое.

Неравномерная плотность грунта влечет за собой опасность неравномерной осадки. Плотность грунтов обратных засыпок в стесненных условиях должна приравняться плотности соседних целинных участков грунта, и коэффициент ее должен быть не менее 0,95. Если же грунт обратной засыпки будет нести и полезную нагрузку (например, будут устроены полы), то коэффициент плотности его необходимо повысить до 0,98...1. Необходимую плотность грунта нельзя получить однократным приложением уплотняющей нагрузки. Обычно количества проходов катков по одному следу составляет 6...8.



**Рисунок 26.5 – Грунтовые катки с виброплитами Bomagrus**

Наибольшее распространение получило уплотнение грунта катками статического действия. Это обусловлено простотой и надежностью оборудования, высокой производительностью и сравнительно низкой стоимостью.



**Рисунок 26.6 – Вибрационные мини-катки**

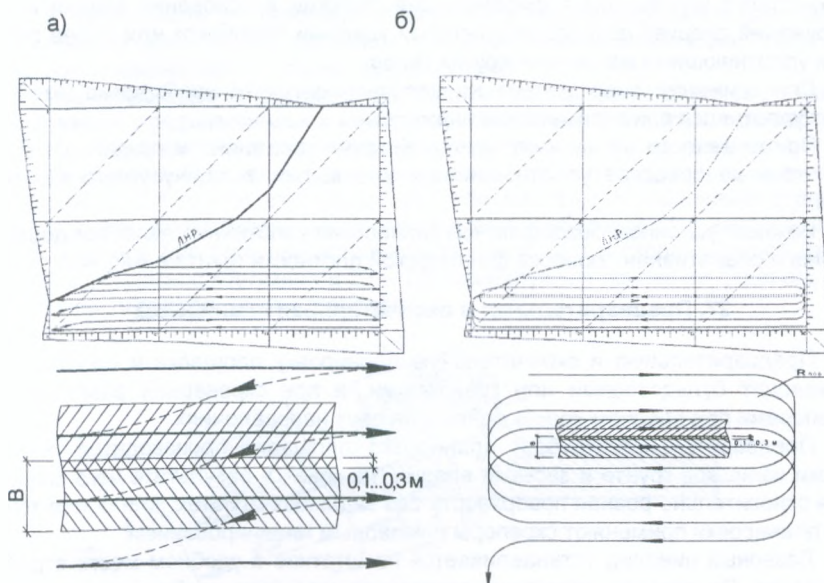


При уплотнении грунтов насыпей необходимо учитывать, что кулачковые катки используют только при уплотнении связных грунтов. Катки на пневмошинах используют для уплотнения любых грунтов; решетчатые катки – для уплотнения комковатых связных грунтов, катки с гладкими вальцами предназначены в основном для укатки дорожных покрытий и уплотнения несвязных и малосвязных грунтов, имеющих большое количество гравелистых или щебенистых включений. При уплотнении несвязных и малосвязных грунтов весьма эффективным является использование виброкатков.

Основные схемы уплотнения грунта катками показаны на рисунках 26.7, 26.8.

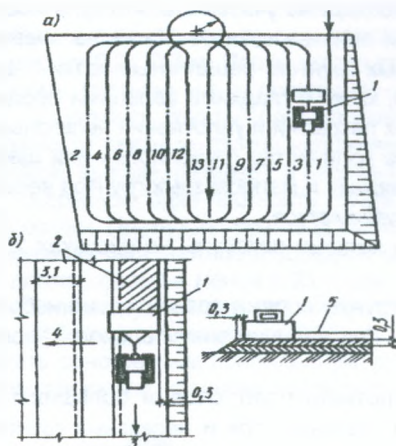
Однако катками могут уплотняться грунты слоями сравнительно небольшой толщины, и их работа рентабельна при наличии значительного фронта работ.

Трамбующие машины способны уплотнять грунт слоями больших толщин. Они пригодны для уплотнения, как связных, так и несвязных грунтов. Однако их работа обходится более дорого, чем работа катков, поэтому трамбование должно применяться только в исключительных случаях.



**Рисунок 26.7 – Схемы уплотнения грунта катками:**  
*а – самоходными; б – прицепными*

При уплотнении грунтов каждый последующий проход уплотняющей машины должен перекрывать след предыдущего на 10...30 см.



- 1 – трактор с прицепным катком;
- 2 – полосы укатки;
- 3 – направление движения катков;
- 4 – направление укатки полос;
- 5 – рыхлый слой грунта.

**Рисунок 26.8 – Схема уплотнения грунта прицепным катком**

Верхний слой грунта, разрыхленный трамбованием, по окончании поверхностного уплотнения трамбовочными плитами в основании зданий или сооружений следует доуплотнять легкими ударами трамбовок или более легкими уплотняющими машинами других типов.

Для снижения энергозатрат на уплотнение грунта необходимо, чтобы грунт уплотнялся при оптимальной влажности.

При влажности меньше оптимальной грунт увлажняют и применяют более тяжелые средства уплотнения или уменьшают толщину уплотняемого слоя.

Важным условием бездефектной технологии уплотнения является достоверная и оперативная проверка фактической плотности грунта в массиве.

## 27. Предварительная и окончательная планировка

Предварительную и окончательную планировку площадки и ее откосов производят бульдозерами или грейдерами, а при скреперной разработке, скреперами при рабочем ходе в одном или двух направлениях.

Предварительная (грубая) планировка площадки производится путем срезки излишков грунта и засыпки впадин "на глаз", в результате чего создается относительно ровная поверхность без заданных отметок. Для более точной планировки применяют скреперы с лазерным нивелированием.

Лазерный нивелир устанавливается на штативе в удобном месте стройплощадки. Он создает проектную горизонтальную (при необходимости — и наклонную) поверхность. На строительной машине, обычно на телескопической мачте, монтируется приемник лазерного излучения. Таким образом определяется положение ножа машины относительно лазерной плоскости. Изменение положения приемника относительно неё позволяет точно определить величину смещения отвала по отношению к проектной поверхности земляного полотна. Точность фиксации лазерной плоскости — до 1 мм.

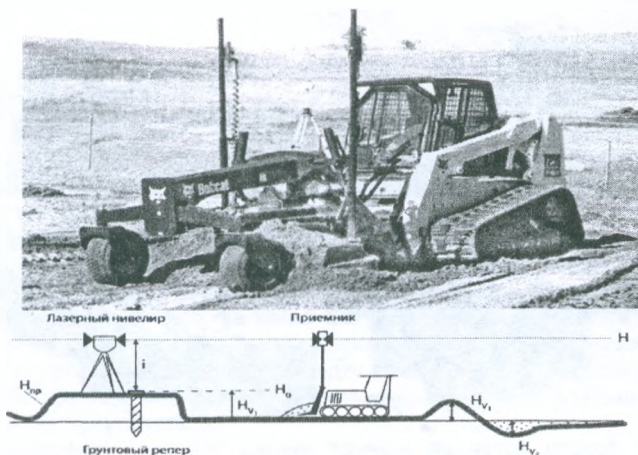


Рисунок 27.1 – Схема планировки площадки грейдером с лазерным Нивелированием

В зависимости от характера поверхности грунта окончательная планировка может выполняться как после предварительной планировки, так и без нее, после закрепления нивелировочных отметок.

Число проходов по одному следу зависит от вида грунта, его состояния и требований, предъявляемых к качеству окончательной отделки, при рабочем ходе в одном или двух направлениях. Сооружение насыпи заканчивают отделкой откосов. Планировка и отделка внешнего откоса резерва и выемок глубиной 1...1.5 м при откосах до 25° обеспечиваются основным отвалом грейдера или автогрейдера, которому придают требуемый угол наклона, а колеса грейдера для большей устойчивости наклоняют в сторону откоса (рисунок 27.2). Откосы с крутизной в 25 – 70° планируются основным отвалом, вынесенным за пределы рамы грейдера.

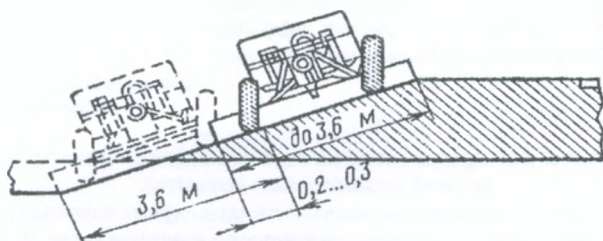
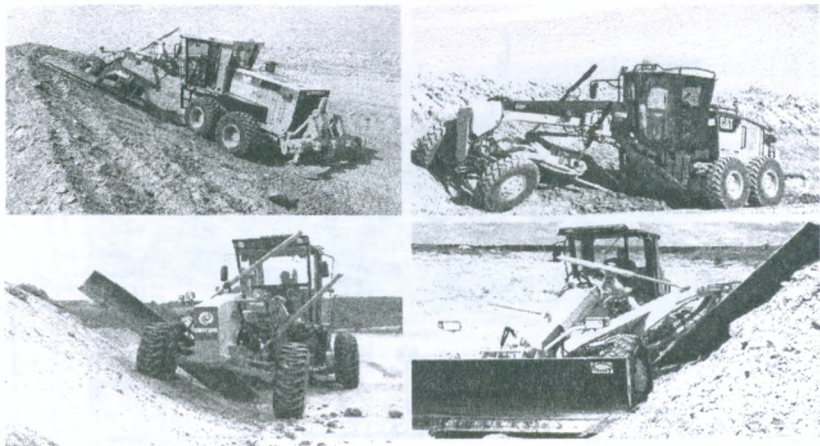


Рисунок 27.2 – Планировка автогрейдером откосов насыпи

Отделку откосов высоких насыпей осуществляют с помощью двух грейдеров. Один из них, оборудованный планировщиком, перемещается по верху насыпи, а другой ведет отделку нижней части откоса с помощью отвала, вынесенного в сторону, за раму (рисунок 27.2).



**Рисунок 27.3 – Отделка откосов насыпи грейдерами**

## Вертикальная планировка строительной площадки

### 28. Определение объемов земляных работ

#### 28.1. Выбор способа определения объемов

Объемы земляных работ при вертикальной планировке площадок определяются по нивелировочной сетке квадратов или по сетке квадратов, нанесенной на план в горизонталях. Для определения объемов грунтовых масс площадку разбивают на элементарные фигуры, находят объем каждой из фигур и затем суммируют эти объемы.

В зависимости от того, на какие фигуры в плане разбивается площадка, существуют следующие способы определения объемов планировочных работ:

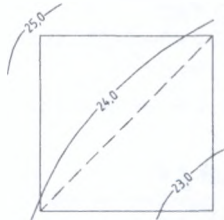
- способ квадратных призм (площадку разбивают на квадраты);
- способ треугольных призм (квадраты дополнительно разбивают диагональю на треугольники).

Из указанных способов самым точным является способ треугольных призм, а самым простым – способ квадратных призм.

#### 28.2. Разбивка строительной площадки на квадраты

Сторону квадрата при разбивке принимают такой, чтобы через квадрат проходило не менее одной, но не более двух горизонталей (рисунок 28.1). В этом случае обеспечивается максимальная точность расчетов при минимальных затратах труда или машинного времени (в задании площадка уже разбита на квадраты).

#### 28.3. Разбивка строительной площадки на треугольники



При определении объемов способом треугольников каждый квадрат дополнительно разбивается диагональю на треугольники. Диагональ в квадрате проводится по изломам рельефа, рисунок 28.1. Разбивка площадки на треугольники приведена на рисунке 28.2.

Рисунок 28.1 – Проведение диагонали в квадрате

#### 28.4. Определение черных отметок вершин квадратов и треугольников (отметок поверхности земли)

Осуществляется графо-аналитическим методом на основе интерполяции (рисунок 28.2), если вершина расположена между горизонталями (вершина 2), или экстраполяции, если вершина расположена за пределами горизонталей (вершина 1).

Для этого через вершину проводится прямая до пересечения с рядом расположенными двумя горизонталями, таким образом, чтобы расстояние между этими горизонталями по этой прямой было минимальным (т.е. прямая должна являться линией наибольшего ската).

Черная отметка  $i$ -той вершины определяется по формуле:

$$H_i = H \pm \frac{\Delta \cdot b}{l_{\min}}, \text{ м} \quad (28.1)$$

где  $H$  – отметка ближайшей к вершине горизонтали, м;

$\Delta$  – разность между большей и меньшей отметками смежных горизонталей, м;

$b$  – расстояние от вершины  $i$  до близлежащей горизонтали;

$l_{\min}$  – наименьшее расстояние между смежными горизонталями по прямой, проходящей через рассматриваемую вершину;

$b$  и  $l_{\min}$  определяются посредством замеров на плане площадки, мм или см;

Знак  $+$  ставится в том случае, если при движении от ближайшей горизонтали к вершине происходит подъем, а знак минус если спуск.

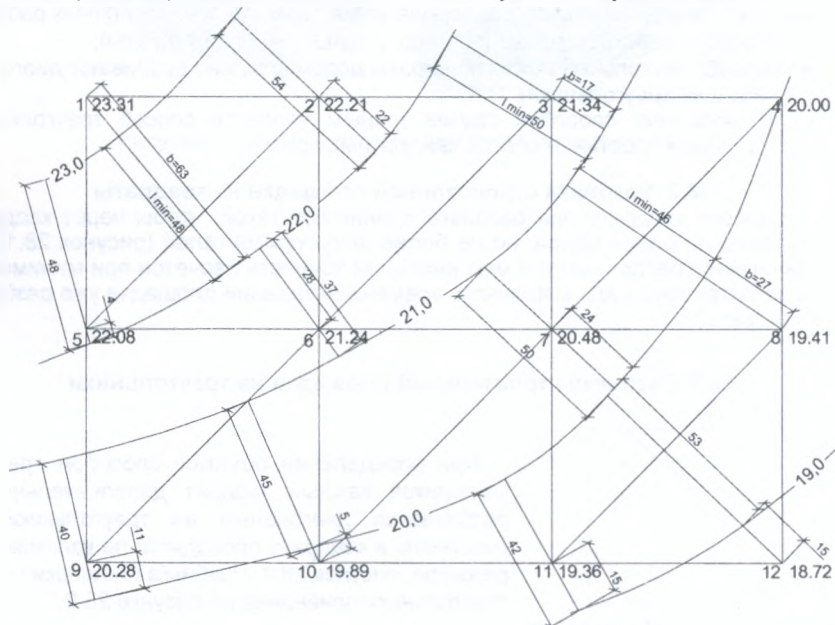


Рисунок 28.2 – Схема к определению черных отметок поверхности земли

### 28.5. Определение средней планировочной отметки

Существуют два способа планировки площадки:

- под нулевой баланс (при этом расчетом определяется такая отметка проектной плоскости, которая обеспечивает равенство объемов выемки и насыпи, т.е. в этом случае грунт перемещается только в пределах строительной площадки);
- под заданную отметку (при этом отметка проектной плоскости задана, что определяет возможность существенного отличия объемов выемки и насыпи и приводит к увеличению затрат на транспортирование грунта).

Таким образом, определение средней планировочной отметки производится только в случае планировки под нулевой баланс по выражениям:

для способа квадратных призм:

$$H_{CP}^{KB} = \frac{\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 3 \sum H_3 + 4 \sum H_4}{4 \cdot n}, \text{ м} \quad (28.2)$$

для способа треугольных призм:

$$H_{CP}^{TP} = \frac{\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 3 \sum H_3 + 4 \sum H_4 + 5 \sum H_5 + 6 \sum H_6 + 7 \sum H_7 + 8 \sum H_8}{3 \cdot n}, \text{ м} \quad (28.3)$$

где  $H_1, H_2, H_3, \dots, H_8$  – черные отметки вершин квадратов в формуле (28.2) или треугольников (28.3), принадлежащих, соответственно, одному, двум, трем... восьми квадратам или треугольникам, м;

$n$  – количество квадратов в формуле (28.2) или треугольников – в формуле (28.3).

## 28.6. Определение красных отметок вершин (отметок проектной плоскости)

Производим по выражению:

$$H_i^K = (H_{CP}^{KB}; H_{CP}^{TP}; H_3) + i_1 \cdot X_i + i_2 \cdot Y_i, \text{ м} \quad (28.4)$$

где  $i_1, i_2$  – уклоны строительной площадки вдоль осей  $X$  и  $Y$ , соответственно;

$X_i$  и  $Y_i$  – координаты вершины  $i$  в системе координат  $XOY$ , м;

В формулу (28.4) в скобках подставляется:

- при планировке под нулевой баланс –  $H_{CP}^{KB}$  или  $H_{CP}^{TP}$ ;
- при планировке под заданную отметку –  $H_3$ .

При этом начало координат должно располагаться в центре площадки (рисунки 28.4). Направление оси  $X$  назначается противоположно направлению уклона  $i_1$ , а оси  $Y$  – противоположно направлению  $i_2$ .

## 28.7. Определение рабочих отметок вершин

Осуществляем по формуле:

$$h_i = H_i^K - H_i, \text{ м} \quad (3.5)$$

Если  $h_i$  меньше 0, значит, мы имеем дело с выемкой, если же  $h_i > 0$  – с насыпью.

## 28.8. Построение линии нулевых работ (л.н.р.)

Линия нулевых работ представляет собой линию пересечения проектной плоскости с поверхностью земли. Линия нулевых работ пересекает ту сторону квадрата или треугольника, на концах которой рабочие отметки имеют разный знак. Положение л.н.р. на стороне квадрата или треугольника определяется по формуле:

$$l_{i-j} = \frac{h_i \cdot b}{|h_i| + |h_j|}, \text{ м} \quad (28.6)$$

где  $l_{i-j}$  – расстояние от вершины с номером  $i$  до точки, принадлежащей л.н.р., м;

$h_i$  – рабочая отметка вершины с номером  $i$ , м;

$h_j$  – рабочая отметка вершины  $j$  на другом конце пересекаемой л.н.р. стороны, м;

$b$  – длина стороны квадрата или треугольника ("а" или "а $\sqrt{2}$ ", если пересекается диагональ), м.

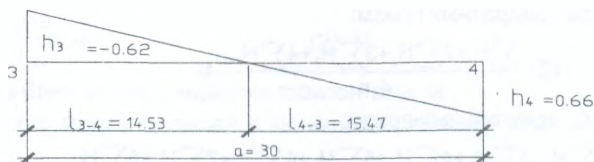


Рисунок 28.3 – Схема к определению положения л.н.р.

При графическом расчете положение л.н.р. на стороне квадрата или треугольника определяется следующим образом: в вершинах откладываются в масштабе рабочие отметки и соединяются между собой. Точка пересечения этой линии со стороной квадрата или треугольника является точкой л.н.р.

Для построения л.н.р. полученные на сторонах точки соединяются между собой прямыми линиями (рисунок 28.4).

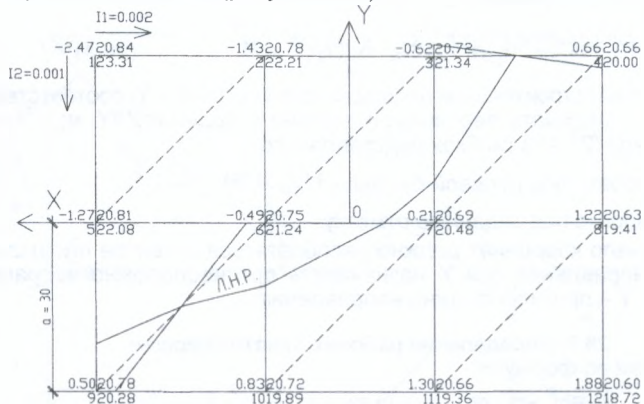
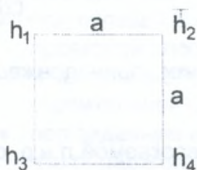


Рисунок 28.4 – Схема к определению красных, рабочих отметок и построению л.н.р.

## 28.9. Определение частных объемов

### 28.9.1. Определение частных объемов целых квадратов и треугольников (не пересекаемых л.н.р.)

а) при определении объемов способом квадратных призм (рисунок 28.5):



$$V_n = \frac{a^2 \cdot (h_1 + h_2 + h_3 + h_4)}{4} \quad (28.7)$$

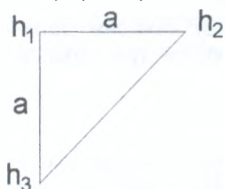
где  $h_1, h_2, h_3, h_4$  – рабочие отметки вершин квадрата, м;

$a$  – длина стороны квадрата, м.

Рисунок 28.5 – Схема целого квадрата



б) при определении объемов способом треугольных призм (рисунок 28.6):



$$V_n = \frac{a^2 \cdot (h_1 + h_2 + h_3)}{6} \quad (28.8)$$

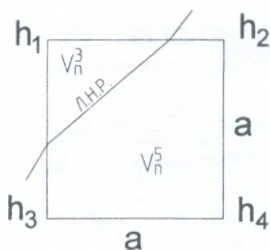
где:  $h_1, h_2, h_3$  – рабочие отметки в вершинах треугольника, м.

Рисунок 28.6 – Схема целого треугольника

### 28.9.2. Определение объемов переходных квадратов и треугольников, пересекаемых л.н.р.

а) при определении объемов способом квадратных призм.

При переходном квадрате 1-го типа (рисунок 28.7) вначале по формуле (28.7) находим балансовый объем  $V_n$ . Затем находим объем треугольной части квадрата по формуле:



$$V_n^3 = \frac{a^2 \cdot h_1^3}{(|h_1| + |h_2|) \cdot (|h_1| + |h_3|) \cdot 6} \quad (28.9)$$

где:  $h_1$  – рабочая отметка вершины, принадлежащей треугольной части квадрата, м;

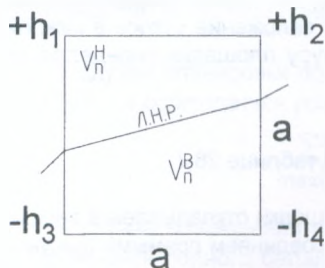
$h_2, h_3$  – рабочие отметки вершин, располагаемых по сторонам квадрата напротив вершины с отметкой  $h_1$ , м.

На заключительном этапе находим объем пятиугольной части квадрата  $V_n^5$ :

Рисунок 28.7 – Схема переходного квадрата 1-го типа

$$V_n^5 = V_n - V_n^3, \text{ м}^3 \quad (28.10)$$

При переходном квадрате 2-го типа (рисунок 28.8) объемы насыпи и выемки определяются по выражениям:



$$V_n^H = \frac{a^2}{4} \cdot \left( \frac{h_1^2}{|h_1| + |h_3|} + \frac{h_2^2}{|h_2| + |h_4|} \right), \text{ м}^3 \quad (28.11)$$

$$V_n^B = \frac{a^2}{4} \cdot \left( \frac{h_3^2}{|h_3| + |h_1|} + \frac{h_4^2}{|h_4| + |h_2|} \right), \text{ м}^3 \quad (28.12)$$

В выражениях (28.11, 28.12) знак объема определяется знаком рабочих отметок в числителе.

Рисунок 28.8 – Схема переходного квадрата 2-го типа

б) при определении объемов способом треугольных призм.

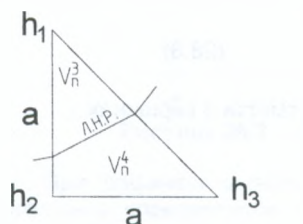


Рисунок 28.9 – Схема переходного треугольника

Вначале по формуле (28.8) находим балансый объем  $V_n$ . Затем находим объем треугольной части треугольника:

$$V_n^3 = \frac{a^2 \cdot h_1^3}{6 \cdot (|h_1| + |h_2|) \cdot (|h_1| + |h_3|)}, \text{ м}^3 \quad (28.13)$$

Объем четырехугольной части треугольника равен:

$$V_n^4 = V_n - V_n^3, \text{ м}^3 \quad (28.14)$$

В формулах "n" – номер квадрата или треугольника.

### 28.10. Построение линии откосов

Откосы устраиваются с целью обеспечения устойчивости планировочной площадки, как разновидности постоянного земляного сооружения. Угол откоса постоянных земляных сооружений принимается не более угла естественного откоса грунта в разрыхленном состоянии.



Рисунок 28.10 – Схема к определению заложения откосов

Крутизна откоса определяется отношением высоты откоса  $h$  к заложению откоса.

$A$ , т.е.  $\text{tg} \phi$ . Заложение откоса является горизонтальной проекцией откоса. Коэффициент откоса  $m$  – величина обратная крутизне откоса.

Принимаем, что за пределами строительной площадки поверхность земли горизонтальна (рисунок 28.10), в этом случае заложение откоса в каждой из вершин треугольников или квадратов по контуру площадки определяется по формуле:

$$A = m \cdot h, \text{ м} \quad (28.15)$$

где  $m$  – коэффициент откоса, принимаемый по таблице 28.1;

$h$  – рабочая отметка, м.

Для построения линии откосов по контуру площадки откладываем в вершинах вычисленные заложения и полученные точки соединяем прямыми (рисунок 28.11, 28.12).

### 28.11. Определение объемов откосов

а) Объем угловых откосов, представляющих собой пирамиду с квадратным основанием  $m \cdot m$ , находим по выражению (объемы 1-го типа):

$$V_1^{\text{отк}} = \frac{m^2 \cdot h^3}{3}, \text{ м}^3 \quad (28.16)$$

б) Объемы откосов 2-го типа, представляющих собой призматойд с треугольным основанием, находим по формуле:

$$V_2^{\text{отк}} = \frac{a \cdot m \cdot (h_i^2 + h_j^2)}{4}, \text{ м}^3, \text{ м}^3 \quad (28.17)$$

Знак объема, вычисляемого по формуле (4.19), определяется знаком рабочих отметок  $h_i$  и  $h_j$ .

в) Объем откосов 3-го типа, представляющих собой пирамиду с треугольным основанием, определяем по формуле:

$$V_3^{\text{отк}} = \frac{a \cdot m \cdot h_i^3}{6 \cdot (|h_i| + |h_j|)}, \text{ м}^3 \quad (28.18)$$

### 28.12. Составление сводной балансовой ведомости

Производим в форме таблицы:

Таблица 28.1 – Сводная балансовая ведомость

Приход грунта (выемка)		Расход грунта (насыпь)		
Объект	Геометрический объем, $\text{м}^3$	Объект	Объем, $\text{м}^3$	
			Геометрический	С учетом $K_{\text{ОР}}$ (0,03)
Планировочная выемка	$\sum V^- = 2038,34$	Планировочная насыпь	$\sum V^+ = 2059,34$	$\frac{\sum V^+}{1 + K_{\text{ОР}}} = \frac{2059,34}{1 + 0,03} = 1999,36$
Откосы выемки	$\sum V_{\text{отк}}^- = 227,13$	Откосы насыпи	$\sum V_{\text{отк}}^+ = 181,76$	$\frac{\sum V_{\text{отк}}^+}{1 + K_{\text{ОР}}} = \frac{181,76}{1 + 0,03} = 176,46$
Всего	$\sum 1 = 2265,47$			$\sum 2 = 2175,83$

**Примечание:** В таблице приведены цифры для площадки на рисунке 28.6.

В случае планировки под нулевой баланс без учета котлована или траншеи должно соблюдаться условие (баланс):

$$\Delta = \frac{\sum 1 - \sum 2}{\max(\sum 1, \sum 2)} \cdot 100\% \leq 5\% \quad (28.19)$$

В случае соблюдения условия (28.19) разрешается разбросать объемы до получения полного баланса (равенства объемов) пропорционально объемам квадратов (треугольников).

При несоблюдении проверки (28.19) определяется поправка к средней планировочной отметке по формуле:

$$\Delta h^1 = \frac{(\sum 1 - \sum 2) \cdot (1 + K_{OP})}{F_{пл}} \quad (28.20)$$

Откорректированные с учетом  $\Delta h^1$  рабочие отметки, объемы планировочной выемки, насыпи и откосов заносятся в сводную балансовую ведомость и проверяется условие (28.19).

При планировке под заданную отметку равенство объемов, как правило, не соблюдается. В этом случае разница между  $\sum 1$  и  $\sum 2$  показывает, сколько грунта нужно привезти, либо вывезти.

В этом случае если разность  $(\sum 1 - \sum 2)$  – положительна, то в сводной балансовой ведомости в графу «расход грунта» вводится объект «кавальер» с объемом равным  $(\sum 1 - \sum 2)$ , при положительной разности в графу «приход грунта» вводится объект «карьер» или «резерв» с объемом  $(\sum 1 - \sum 2)$ .

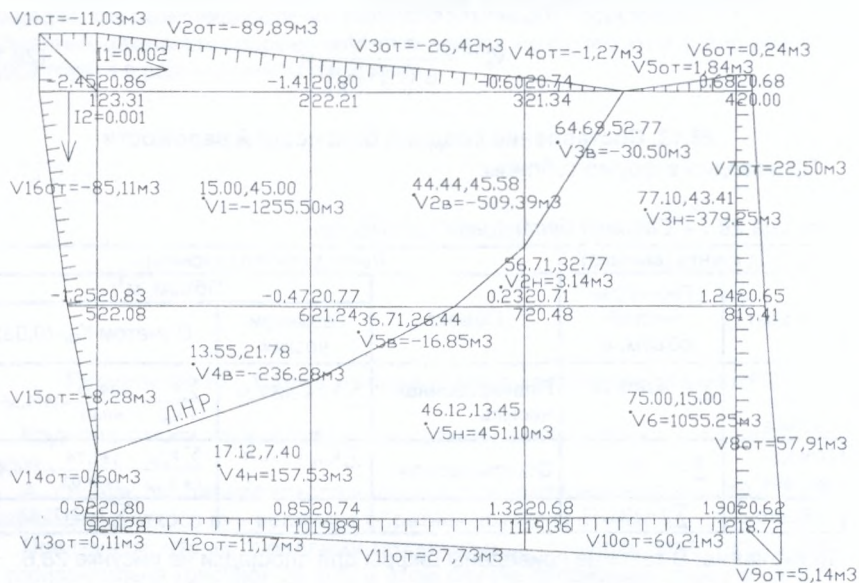


Рисунок 28.11. – Схема площадки с объемами грунтовых масс вычисленными способом квадратных призм

### 28.13. Определение объемов подготовительно-заключительных и вспомогательных земляных работ

Объем работ по срезке растительного слоя определяется площадью строительной площадки:

$$F_{пл} = A \cdot B \text{ м}^2 \quad (28.21)$$

где  $A$  и  $B$  – длина сторон строительной площадки, м.

Объем работ по планировке откосов строительной площадки определяется площадью откосов и находится по выражению:

$$F_{\text{отк}} = h_{\text{ср}} \cdot p \cdot \sqrt{1+m^2}, \text{ м}^2 \quad (28.22)$$

где  $h_{\text{ср}}$  – средняя рабочая отметка по контуру строительной площадки, м;  
 $p$  – периметр строительной площадки, м

$$h_{\text{ср}} = \frac{\sum |h_i|}{z}, \text{ м} \quad (28.23)$$

где  $h_i$  – рабочая отметка  $i$ -ой вершины по контуру площадки (в сумму включаются и точки, принадлежащие л.н.р. – нулевые точки), м;  
 $z$  – количество учтенных рабочих отметок, шт.

#### 28.14. Составление ведомости земляных масс

В соответствии с СТБ 2073-2010 «Правила выполнения чертежей генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов» по результатам расчета (таблица 5. Сводная балансовая ведомость) составляем ведомость грунтовых масс в форме таблицы 28.2.

### 29. Определение среднего расстояния перемещения грунта из выемки в насыпь ( $L_{\text{ср}}$ )

#### 29.1. Выбор метода определения $L_{\text{ср}}$

Существуют следующие наиболее распространенные методы определения  $L_{\text{ср}}$ :

- а) аналитический (метод статических моментов);
- б) графо-аналитический (способ Кутьинова);
- в) графический;
- г) на основании шахматной балансовой ведомости;
- д) на основе линейного программирования.

Недостатками способов а)... в) являются:

➤ Отсутствие информации о конкретном распределении земляных масс из выемки в насыпь, что приводит к значительным отклонениям расчетного  $L_{\text{ср}}$  от фактического.

➤ Невысокая точность.

➤ Использование методов может привести к абсурду в случае площадок, представленных на рисунке 2.1, для которых расчетное  $L_{\text{ср}}$  примерно получается равным нулю (в случае аналитического метода) из-за симметрии выемок и насыпей, или существенно отличается от фактического  $L_{\text{ср}}$ . В этом случае площадку необходимо разбивать на 2 и более частей относительно осей симметрии.

➤ Необходимость наличия балансов планировочной выемки и насыпи, в противном случае возникает необходимость в создании местного нулевого баланса (т.е. отсекаются недостающие или лишние объемы).

Таблица 28.2 – Ведомость земляных масс

Наименование грунта	Количество, м <sup>3</sup>		Примечание
	Насыпь (+)	Выемка (-)	
1. Грунт планировки территории	2059.34	1038.34	
2. Вытесненный грунт, всего:	–	–	
в том числе при устройстве:			
а) подземных частей зданий (сооружений)	–	–	
б) автодорожных покрытий	–	–	
в) плодородной почвы на участках озеленения	–	–	
д) подсыпка до проектных отметок	–	–	
3. Грунт для устройства откосов	181.76	227.13	
4. Поправка на уплотнение	– 65.28		
Пригодный грунт, всего	2175.82	2265.47	
5. Недостаток (избыток) пригодного грунта	89.64		Обеспечение нулевого баланса
6. Плодородный грунт, всего		1080.0	
в том числе:			
а) используемый для озеленения территории	1080.0		
б) недостаток (избыток) плодородного грунта			
7. Итого перерабатываемого грунта	3345.46	3346.47	
Планировка территории, м <sup>2</sup>	5400	–	
Планировка откосов, м <sup>2</sup>	500	–	

Указанных недостатков лишены способы, основанные на составлении шахматной балансовой ведомости и на методах линейного программирования, что определяет широкое применение последних при нахождении  $L_{CP}$ .

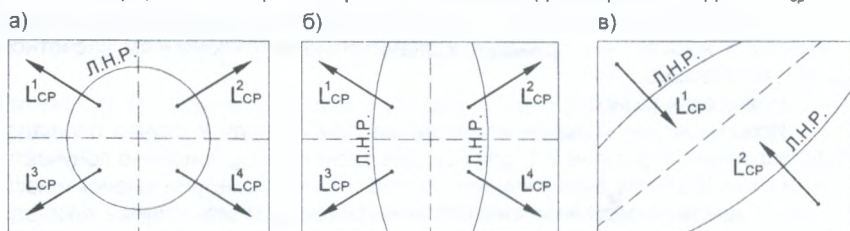


Рисунок 29.1 – Виды площадок, для которых определение  $L_{CP}$  графическим, аналитическим и графо-аналитическим методами затруднительно

## 29.2. Определение приведенных объемов пунктов выемки и насыпи

Прежде всего, необходимо грунт насыпи перевести в плотное тело, т.е. в одно состояние с грунтом выемки, что достигается обычно путем деления геометрических объемов насыпи на  $1+K_{ор}$ . Для уменьшения количества пунктов выемки и насыпи объемы откосов суммируются с объемами прилегающих квадратов (треугольников).

В случае если приведенные объемы меньше 5% от суммарного объема выемки или насыпи, то возможно присоединение этих объемов к одному из прилегающих квадратов (треугольников).

В случае нулевого баланса разность между суммами ( $\Sigma 1 - \Sigma 2$ ) разбрасывается пропорционально объемам пунктов выемки или насыпи.

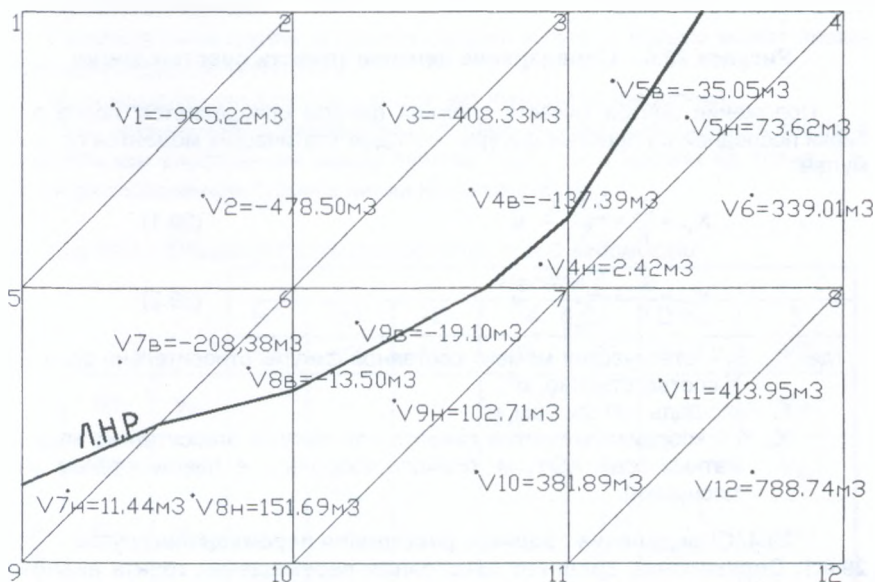
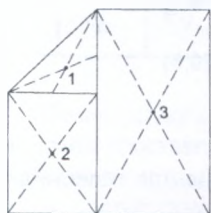


Рисунок 29.2 – Схема площадки с приведенными объемами грунтовых масс

## 29.3. Определение положения центров тяжести пунктов выемки и насыпи

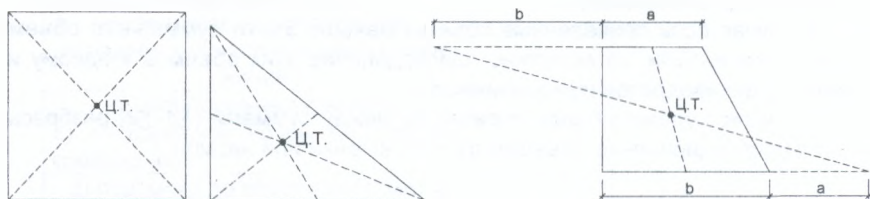


Производится на основании предположения, что центры тяжести объемных фигур совпадают с центрами тяжести плоских фигур (проекциями объемных фигур на горизонтальную плоскость).

Положение центров тяжести фигур в основном определяется графоаналитическим способом.

Рисунок 29.3 – Схема разбивки пятиугольника на простые фигуры

При этом сложная фигура (рисунок 29.3) разбивается на ряд простых (квадраты, прямоугольники, треугольники), положение центров тяжести которых легко находится (рисунок 29.4). Для треугольников - это точка пересечения медиан, для квадратов и прямоугольников - точка пересечения диагоналей.



**Рисунок 29.4 – Определение центров тяжести простых фигур**

Положение центра тяжести сложной фигуры определяется, после разбивки последней на простые фигуры, методом статических моментов по формулам:

$$X_{\text{ц.т.}} = \frac{S_x}{F_i} = \frac{\sum F_i \cdot X_i}{\sum F_i}, \text{ м} \quad (29.1)$$

$$Y_{\text{ц.т.}} = \frac{S_y}{F_i} = \frac{\sum F_i \cdot Y_i}{\sum F_i}, \text{ м} \quad (29.2)$$

где  $S_x, S_y$  – статический момент составной фигуры относительно осей  $X$  и  $Y$  соответственно,  $\text{м}^3$ ;

$F_i$  – площадь  $i$ -ой фигуры,  $\text{м}^2$ ;

$X_i, Y_i$  – координаты центра тяжести  $i$ -ой фигуры относительно координатных осей  $XOY$ , м. (Начало координат в левом нижнем углу площадки).

## 29.4. Определение среднего расстояния перемещения грунта

### 29.4.1. Определение среднего расстояния перемещения грунта аналитическим методом

Производим по формулам:

$$L_{\text{ср}} = \sqrt{(X_{\text{ц.т.в}} - X_{\text{ц.т.н}})^2 + (Y_{\text{ц.т.в}} - Y_{\text{т.н}})^2}, \text{ м} \quad (29.3)$$

$$X_{\text{ц.т.}} = \frac{\sum V_i \cdot X_i}{\sum V_i}, \text{ м} \quad (29.4)$$

$$Y_{\text{ц.т.}} = \frac{\sum V_i \cdot Y_i}{\sum V_i}, \text{ м} \quad (29.5)$$

где  $V_i$  – объем  $i$ -ой фигуры,  $\text{м}^3$ ;

$X_{\text{ц.т.в}}, Y_{\text{ц.т.в}}, X_{\text{ц.т.н}}, Y_{\text{ц.т.н}}$  – соответственно, координаты центра тяжести выемки и насыпи, м.



### 29.4.2 Определение среднего расстояния перемещения грунта на основе шахматной балансовой ведомости.

Общий вид шахматной балансовой ведомости представлен в форме таблицы, в которой по горизонтали в шапке указаны условные обозначения и приведенные объемы пунктов насыпи, а по вертикали – пунктов выемки. Суммарный объем пунктов выемки должен получиться равным суммарному объему пунктов насыпи.

При  $\Sigma 1 > \Sigma 2$  в таблицу 4.1 добавляется дополнительный пункт насыпи "кавальер". При  $\Sigma 1 < \Sigma 2$  вводится пункт выемки "карьер" с объемом, равным  $\Sigma 2 - \Sigma 1$  (пункт насыпи "кавальер" отсутствует).

Суммарный объем прихода грунта должен быть равным суммарному объему расхода грунта.

Распределение грунта из пунктов выемки в пункты насыпи может производиться следующими способами:

- а) по здравому смыслу (т.е. как считает нужным разработчик);
- б) по наименьшим расстояниям (в первую очередь заполняются клетки с минимальным расстоянием между пунктами выемки и насыпи на плане, т.е. клетки расположенные ближе к линии нулевых работ).

Таблица 29.1 – Общий вид шахматной балансовой ведомости

			Насыпь					Отвал	$\Sigma$
			H1	H2	H3	H4	H <sub>n</sub>		
			$V_{H1}^{OK}$	$V_{H2}^{OK}$	$V_{H3}^{OK}$	$V_{H4}^{OK}$	$V_{Hn}^{OK}$		
Выемка	B1	$V_{B1}$	$L_{11}$ $V_{11}$	–	–	$L_{14}$ $V_{14}$	–	–	$V_{B1}$
	B2	$V_{B2}$	–	$L_{22}$ $V_{22}$	$L_{23}$ $V_{23}$	–	–	–	$V_{B2}$
	B3	$V_{B3}$	–	–	–	–	$L_{3n}$ $V_{3n}$	$L_{3o}$ $V_{3o}$	$V_{B3}$
	B <sub>m</sub>	$V_{Bm}$	$L_{m1}$ $V_{m1}$	–	–	–	$L_{mn}$ $V_{mn}$	–	$V_{Bm}$
	Карьер	$\Sigma 2 - \Sigma 1$	–	$L_{k2}$ $V_{k2}$	–	$L_{k4}$ $V_{k4}$	–	–	$\Sigma 2 - \Sigma 1$
	$\Sigma$	$\Sigma V_{B_i}$	$V_{H1}^{OK}$	$V_{H2}^{OK}$	$V_{H3}^{OK}$	$V_{H4}^{OK}$	$V_{Hn}^{OK}$	$\Sigma 1 - \Sigma 2$	$\Sigma V_{B_i} = \Sigma V_H$

После полного распределения грунта в заполненных клетках с поставками грунта проставляются расстояния между соответствующими пунктами выемки и насыпи (дальность перемещения), которые находятся как расстояния между соответствующими центрами тяжести пунктов выемки и насыпи на плане площадки, построенном в масштабе.

Дальность перемещения грунта из "резерва" в пункты насыпи и из пунктов выемки и котлована в "отвал" принимается равной расстоянию перевозки грунта, указанному в задании.

Среднее расстояние перемещения грунта из планировочной выемки в планировочную насыпь:

$$L_{CP}^{пл} = \frac{\sum V_i \cdot L_{ij}}{\sum V_i}, \text{ м} \quad (29.6)$$

Таблица 29.2 – Пример шахматной балансовой ведомости

		Насыпь										
		H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	Σ	
		2.42	73.62	339.01	11.44	151.69	102.71	381.89	413.95	788.74	2265.47	
Выемка	B1	965.22							67.08 248.23	80.6 716.99	965.22	
	B2	478.50					30.60 43.96	42.43 362.79		67.08 71.75	478.5	
	B3	408.33		32.95 88.57	41.23 339.01					42.43 80.75	408.33	
	B4	137.39	11.08 2.42						29.12 34.97		137.39	
	B5	35.05		9.00 35.05							35,05	
	B7	208.38			15.28 11.44	16.6 151.69	30.52 45.25				208.38	
	B8	13.50					16.39 3.50				13.50	
	B9	19.10							20.84 9.10		19.10	
	Σ	2265.47 7	2.42	73.62	339.01	11.44	151.69	102.71	381.89	413.95	788.74	2265.47

### 29.5. Составление картограммы распределения грунта земляных масс

Картограмма распределения строится на основе таблицы 29.2 с указанием при помощи стрелок направления перемещения грунтовых масс (стрелки соединяют соответствующие центры тяжести пунктов выемки и насыпи). Над стрелкой проставляется объем перемещаемого грунта, под стрелкой – расстояние перемещения.

Например, для таблицы 29.2 картограмма распределения представлена на рисунке 29.5.

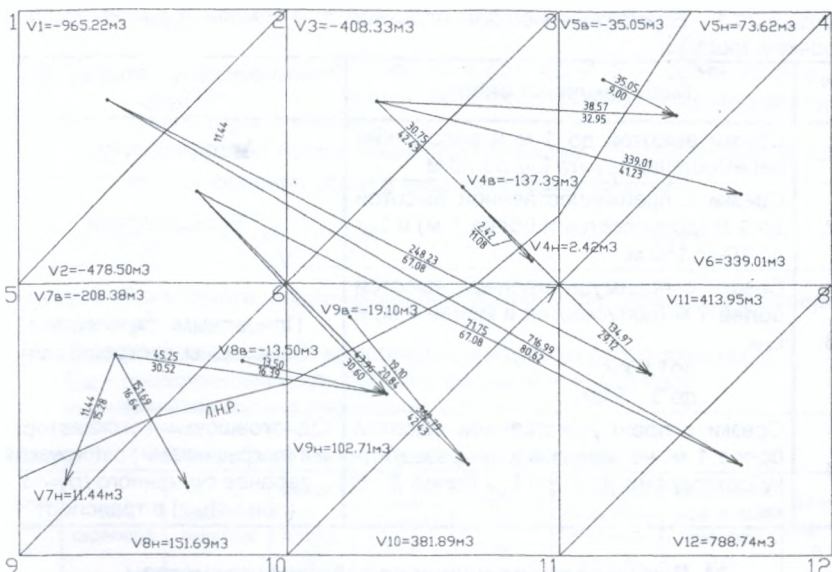


Рисунок 29.5 – Картограмма распределения грунтовых масс

### 30. Предварительный выбор методов производства работ

Исходными данными для выбора методов производства работ при планировке площадки являются:

**вид грунта;**

**объемы планировочной выемки  $\Sigma 1$  и насыпи  $\Sigma 2$ ;**

**средняя дальность перемещения грунта внутри площадки ( $L_{\text{пл}}$ );**

**дальность транспортирования лишнего или недостающего грунта  $L$ ;**

**заданный срок производства работ  $T_3$  в днях;**

**условия производства работ (летние или зимние);**

**глубина срезки грунта (значения рабочих отметок).**

Возможные методы производства работ, принимаемые в соответствии с исходными данными, представлены в таблице 30.1.

Следует иметь в виду, что в таблице 30.1 даются типовые, оптимальные варианты, которые, в случае необходимости, могут корректироваться.

В случае, если  $\Sigma 1 > \Sigma 2$  следует использовать комбинированный метод производства работ – для грунта, перемещаемого в пределах площадки на  $L_{\text{пл}}$ , применяется один тип ведущей машины, а для грунта, перемещаемого в отвал на  $L$  – другой тип. Аналогично, комбинированный метод можно применять и при  $\Sigma 1 < \Sigma 2$ .

При производстве работ в зимнее время для разработки разрыхленного мерзлого грунта предпочтение следует отдавать бульдозерам и экскаваторам.

Таблица 30.1 – Возможные методы производства земляных работ при планировке площадки

№ п/п	Виды земляных работ	Чем рекомендуется выполнять
1	Срезки высотой до 1 м и расстояние перемещения грунта $L_{CP}$ до 20 м.	Автогрейдерами
2	Срезки с преимущественной высотой до 1 м (допускается и более 1 м) и $L_{CP}$ до 100... 150 м.	Бульдозерами
3	Срезки с преимущественной высотой более 1 м (допускается и менее 1 м) и $L_{CP}$ : до 1,5 км; до 3... 5 км	Прицепными скреперами Самоходными скреперами
4	Срезки с преимущественной высотой более 1 м, не допускающие разработку скреперами или при $L_{CP}$ более 3... 5 км.	Одноковшовыми экскаваторами (погрузчиками) с погрузкой заранее окуренного грунта (при $h < h_{min}$ ) в транспорт

### 31. Выбор ведущих машин по рабочим параметрам

#### 31.1. Подбор скреперов

Выбор скреперов производится на основании двух параметров:

а) По среднему расстоянию перемещения грунта из выемки в насыпь и перемещению грунта из выемки в отвал или из карьера в насыпь ( $L_{CP}^{пл}, L$ ).

При этом рекомендуемая емкость ковша скрепера и его тип в зависимости от дальности перемещения грунта приведены в таблице 6.1.

Таблица 31.1 – Рекомендуемая емкость ковша и тип скрепера в зависимости от дальности перемещения грунта

Тип скрепера			
прицепной		самоходный	
объем ковша скрепера, $q, м^3$	пределы дальности перемещения грунта, м	объем ковша скрепера, $q, м^3$	пределы дальности перемещения грунта, м
3	100–150	до 8	300–1500
6	150–350	9–10	400–2500
8	200–550	15	до 3000
10	300–800	25	до 5000
15	500–1500	–	–

б) По темпам производства работ.

Необходимо принять такую емкость ковша скрепера, чтобы обеспечить выполнение работ в заданные сроки, т.е. должно выполняться условие:

$$H_{\text{М.ВР.}} \leq H_{\text{М.ВР.}}^{\text{ТР}} \quad (31.1)$$

где  $H_{\text{М.ВР.}}$  – норма машинного времени (см. Е2–1–21), соответствующая принятой емкости ковша скрепера, дальности перемещения и группе грунта, маш-час;

$H_{\text{М.ВР.}}^{\text{ТР}}$  – требуемая норма машинного времени, определяемая из условия выполнения работ в заданные сроки, маш-час.

$$H_{\text{М.ВР.}}^{\text{ТР}} = \frac{100 \cdot T_{\text{ПР}} \cdot t_{\text{СМ}} \cdot n_{\text{М}}}{V} \quad (31.2)$$

где  $V$  – объем грунта, подлежащий разработке и перемещению скрепером,  $\text{м}^3$ ;

$T_{\text{ПР}}$  – требуемое время выполнения каждого из процессов, см;

$t_{\text{СМ}}$  – продолжительность рабочей смены, час ( $t_{\text{СМ}}=8$  час);

$n_{\text{М}}$  – принятое количество машин, шт.

Таблица 31.2 – Технические характеристики скреперов

Марка скрепера	Тип скрепера	Базовая машина	Емкость ковша, $\text{м}^3$	Ширина захвата В, м	Глубина резания, м	Толщина отсыпаемого слоя $h_{\text{отс}}$ , м	Мощность двигателя скрепера, л.с.	Масса скрепера, т
ДЗ-30	прицепной	Т-74-С2	3	1,9	0,2	0,3	75	2,75
ДЗ-33			3	2,1	0,2	0,3	75	2,75
ДЗ-20		Т-100МГС	6	2,59	0,3	0,35	108	7
ДЗ-20А			6	2,59	0,3	0,35	108	7
ДЗ-26		Т-180	10	2,8	0,3	0,5	180	9,2
ДЗ-77С		Т-130	10	2,8	0,3	0,5	180	9,2
ДЗ-23		ДЭТ-250	15	2,9	0,35	0,55	300	16
ДЗ-11П	самоходный	МоА3-546П	8	2,72	0,3	0,55	225	19
ДЗ-11		МА3-529	9	2,72	0,3	0,55	180	19
ДЗ-32		МоА3-546	10	2,9	0,3	0,45	240	20
ДЗ-13		БелА3-531	15	2,93	0,35	0,5	360	34

$$T_{\text{ПР}} = T_3 \cdot n_{\text{СМ}} \cdot K_{\text{С}} \quad (31.3)$$

где  $n_{\text{СМ}}$  – количество смен в рабочем дне, шт;

$K_{\text{С}}$  – коэффициент, учитывающий совмещение выполнения отдельных процессов во времени (для планировочных работ  $K_{\text{С}}=0,6 \dots 0,8$ );

$T_3$  – заданное время выполнения работ в рабочих днях.

Определяющим при выборе  $q$  является первое условие (по дальности перемещения грунта), так как выполнение условия 6.1 можно обеспечить путем подбора соответствующего количества машин.

После выбора емкости ковша и типа скрепера принимается конкретная марка скрепера.

### 31.2. Подбор бульдозеров

Подбор марки базовой машины (мощности) производится по двум параметрам:

а) По среднему расстоянию перемещения грунта  $L_{\text{CP}}^{\text{пл}}$ .

Наибольшая эффективность достигается при перемещении грунта на следующие расстояния:

**для бульдозеров на тракторах ДТ-55А-С2, ДТ-75, Т-74 – 25...40 м;**

**для бульдозеров на тракторах С-80, Т-100 – 40...60 м;**

**для бульдозеров на тракторах Т-140, Т-180, ДЭТ-250 – 70...100 м.**

б) По темпам производства работ.

Производится аналогично подбору скрепера по выражениям (6.1÷6.3), при этом  $H_{\text{M.BP}}$  принимается по [2], Е2-1-22.

Определяющим при выборе марки трактора является первое условие. После выбора марки трактора по таблице 6.3 принимается конкретная марка бульдозера.

Таблица 31.3 – Технические характеристики бульдозеров

Марка бульдозера	Тип отвала	Длина отвала В, м	Высота отвала Н, м	Управление	Мощность, кВт (л.с.)	Масса оборудования, т	Наибольшее заглубление, м	Базовая машина
ДЗ-29	неповоротный	2,56	0,8	гидравлическое	55 (75)	0,85	0,3	Т-74-С2
ДЗ-42		2,56	0,8		55 (75)	1,07	0,3	ДТ-75А-С2
ДЗ-19		3,03	1,3		79 (108)	1,53	0,4	Т-100М
ДЗ-18	поворотный	3,97	1,0		79 (108)	1,86	0,25	Т-100М
ДЗ-54С	неповоротный	3,2	1,2		79 (108)	1,78	0,4	Т-100
ДЗ-101		2,86	0,95		96 (130)	1,44	0,7	Т-4АП1
ДЗ-104	поворотный	3,28	0,99		96 (130)	1,77	0,7	Т-4АП1
ДЗ-27С	неповоротный	3,2	1,3		118 (160)	1,91	0,5	Т-130.1Г
ДЗ-110		3,2	1,3		118 (160)	2,28	0,5	Т-130.1Г
ДЗ-28	поворотный	3,94	1,0		118 (160)	2,85	0,44	Т-130.1Г
ДЗ-109		4,12	1,14		118 (160)	2,64	0,44	Т-130
ДЗ-24		3,36	1,1		132 (180)	1,96	0,6	Т-180ГП
ДЗ-35С		3,64	1,29		132 (180)	3,4	0,6	Т-180ГП
ДЗ-25	неповоротный	4,43	1,2		132 (180)	2,85	0,3	Т-180ГП
Д-384		4,5	1,4		221 (300)	2,8	0,45	ДЭТ-250
Д-385		поворотный	4,53	1,4	221 (300)	4,5		
ДЗ-34С	неповоротный	4,54	1,55	221 (300)	3,98			

### 32. Составление калькуляции затрат труда

Производим на основании найденных объемов работ, принятой технологии производства работ и подобранных машин и механизмов, а также ЕНиР [2] в форме таблицы 32.1.

Составление калькуляции производится в следующем порядке:

1. В графу 3 вносим наименование работ, марки применяемых машин и другую информацию от которой зависит норма времени
2. По оглавлению [2] устанавливается параграф ЕНиР, соответствующий нормируемому процессу (графа 2).
3. По [2], стр. 6... 14 определяется группа грунта.
4. По установленному параграфу ЕНиР или НЗТ уточняется наименование работ (графа 3), определяются единица измерения объема работ (графа 4), состав звена (графы 7,8,9),  $N_{ВР}$  или  $N_{ЗТ}$  (графа 6).
5. В единицах измерения проставляется объем работ  $P$  (графа 5).
6. Определяются затраты труда по каждому процессу  $Q$  (графа 10):

$$Q = N_{ВР} \cdot P, \text{ чел.} \cdot \text{ час} \quad (32.1)$$

7. По графе 10 определяются общие затраты труда.

### 33. Построение календарного графика производства работ

Календарный план производства работ является документом, в котором увязывают все процессы по срокам выполнения и технологической зависимости друг с другом. Форма заполнения календарного плана приведена в таблице 33.1.

Календарный план состоит из расчетной и графической частей. Расчетная часть представляет собой табличную форму, а в графической показывают взаимосвязанный график выполнения отдельных процессов. Расчетную часть таблицы заполняют исходя из учета общего срока производства работ по заданию в следующей последовательности:

1. Колонки с 1-ой по 8-ю заполняют на основании калькуляции трудовых затрат (таблица 32.1);
2. Принятую продолжительность выполнения ведущих процессов с расчетной производительностью определяют по формулам:

$$T_{м} = \frac{V}{P_{ЭСМ} \cdot n_{м}}, \text{ см} \quad (33.1)$$

где  $T_{м}$  – затраты машинного времени для машин с расчетной производительностью;

$V$  – объем работ, выполняемых машиной;

$P_{ЭСМ}$  – эксплуатационная сменная производительность ведущей машины.

$n_{м}$  – количество машин

Таблица 33.4 - Калькуляция затрат труда

№ п/п	Обоснование	Наименование работ	Единица измерения	Объем	Норма времени на единицу, чел.-ч (маш.-ч)	Состав звена (бригады)		Затраты труда на объем, чел.-ч (маш.-ч)	
						Профессия	Количество		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	E2-1-5, п.2а	Срезка растительного слоя бульдозером, грунт I группы	1000 м <sup>2</sup>	5,4	0,69 (0,69)	Машинист	6р	1	3,73 (3,73)
2	E2-1-22 т.2, п.3а, 3г, ПР-3	Переименование грунта растительного слоя за пределы площадки бульдозером ДЗ-18 на L=25 м, грунт I группы, ПР-3=0,85	100 м <sup>3</sup>	5,4	(0,5+0,43*1,5)+0,85=0,973	Машинист	6р	1	5,26 (5,26)
3	E2-1-22 т.2, п.3б, 3д	Разработка и перемещение грунта из выемки в насыпь бульдозером ДЗ-18 на L=53,54, грунт II группы	100 м <sup>3</sup>	22,65	0,62+0,49*4,35=2,752	Машинист	6р	1	62,33 (62,33)
4	E2-1-28 п.3б	Разравнивание грунта в насыпи бульдозером ДЗ-18, грунт II группы, б.ст=0,2м	100 м <sup>3</sup>	22,65	0,58	Машинист	6р	1	13,14 (13,14)
5	E2-1-31 т.2, п.1а, 3а	Послойное уплотнение грунта в насыпи самоходным катком ДУ-31А при толщине уплотняемого слоя 0,2 м и 7 проходами по одному следу с разворотом на насыпи и длиной гона до 100 м	100 м <sup>3</sup>	22,65	0,63+0,13*3=1,02	Машинист	6р	1	23,10 (23,10)
6	E2-1-35 п.3а	Предварительная планировка площадки бульдозером ДЗ-18 при рабочем ходе в одном направлении	1000 м <sup>2</sup>	5,4	0,21	Машинист	6р	1	1,13 (1,13)
7	E2-1-40 п.3а	Планировка откосов площадки бульдозером ДЗ-18 при трех проходах по одному следу	1000 м <sup>2</sup>	0,55	0,87*3=2,61	Машинист	6р	1	1,44 (1,44)
8	E2-1-36 п.3а	Окончательная планировка площадки бульдозером ДЗ-18 при двух проходах по одному следу	1000 м <sup>2</sup>	5,4	0,28*2=0,56	Маш.	6р	1	3,02 (3,02)
								Σ	113,14 (113,14)



Для остальных машин:

$$T_M = \frac{H_{BP} \cdot V}{t_{CM} \cdot n_P} \quad T_{M1} = \frac{H_{BP} \cdot P}{t_{CM} \cdot n_P}, \text{CM} \quad (33.2)$$

где  $n_P$  – количество рабочих, обслуживающих машину;

$H_{BP}$  – норма времени, чел-час.

3. Требуемое количество машин:

$$n_M = \frac{T_{M1}}{T_{ПР}} = \frac{Q_B}{T_{ВЕД} \cdot n_P} \quad (33.3)$$

Принимается с округлением в большую сторону, если % перевыполнения превышает 20%.

4. Требуемое количество рабочих для работ, выполняемых вручную,  $n_P$ :

$$n_P = \frac{Q_i}{T_{ВЕД}} \quad (8.4)$$

где  $T_{ВЕД}$  – продолжительность выполнения ведущего процесса, см. Округляется до числа, кратного рабочим в звене и записывается в графу 9. Полученная продолжительность округляется до целого количества смен из условия, что проектируемый % выполнения норм принимают в пределах 100–120% и записывается в графу 10.

Определяют нормативную продолжительность выполнения вспомогательных процессов предварительно определив количество звеньев.

5. Если продолжительность вспомогательного процесса меньше продолжительности выполнения ведущего процесса, то график выполнения вспомогательного процесса будет прерывистым.

6. При построении графика необходимо учитывать послойность уплотнения грунта в планировочной насыпи. Для определения возможных сроков производства по уплотнению грунта необходимо определить объем каждого слоя, для чего на плане площадки с нанесенными рабочими отметками проводятся на основе интерполяции горизонтали с отметками  $h_y \cdot K$ , где  $K$  – количество слоев отсыпки ( $K = 1 \dots \frac{h_{max}}{h_y}$ ) в насыпи,  $h_y$  – толщина уплотняемого слоя, м.

Объем каждого слоя определяется по формуле:

$$V_i^H = \frac{S_i^H + S_{i+1}^H}{2} \cdot h_y \quad (33.5)$$

Продолжительность уплотнения каждого слоя определяется по формуле:

$$T = \frac{V_i^H \cdot H_{BP}}{t_{CM} \cdot n_P \cdot n_{ЗВ}}, \text{CM} \quad (33.6)$$

Уплотнение не может закончиться ранее разработки и перемещения грунта в насыпь. Окончательная планировка выполняется после выполнения всех процессов.



## 34. Определение технико-экономических показателей

### 34.1 Продолжительность выполнения работ, (смен)

Продолжительность производства земляных работ принимается в соответствии с календарным графиком производства работ (табл. 8.1).

### 34.2 Трудоемкость единицы объема работ, чел-см/Е

$$Q_e = \sum Q_i / P_o, \quad (34.1)$$

где  $\sum Q_i$  – затраты труда при выполнении  $i$ -ых процессов, связанных с вертикальной планировкой площадки, чел-см;

$P_o$  – общий объем работ в единицах измерения

### 34.3 Выработка на одну чел-см, Е/чел-см

$$B = 1 / Q_e, \text{ Е/чел-с.} \quad (34.2)$$

Найденные технико-экономические показатели сводятся в табл. 34.1 и приводятся на листе графической части проекта.

Таблица 34.1 – Технико-экономические показатели

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Значения показателей
			Земляные работы
1	2	3	4
1	Продолжительность работ	см	6
2	Затраты труда	чел-см / 100 м <sup>3</sup>	14,14/22,65=0,62
3	Выработка на 1 чел-см	100 м <sup>3</sup> / чел-см	22,65 / 14,14 = 1,60

## 35. Безопасность труда и охрана окружающей среды при производстве земляных работ

### 35.1. Общие положения

Вопросы охраны и безопасности труда разрабатываются в соответствии с ТКП 45-1.03-40-2006 «Безопасность труда в строительстве. Общие требования», ТКП 45-1.03-44-2006 «Безопасность труда в строительстве. Строительное производство» и другими ТНПА.

К управлению землеройно-транспортными машинами допускаются лица, достигшие 18-летнего возраста, которые прошли специальное обучение и получили удостоверение на право управления соответствующим типом машин. Допуск к работе на машине оформляют приказом по строительной организации.

Каждый поступающий на работу машинист проходит вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте. При вводном инструктаже машиниста знакомят с правилами техники безопасности и возможными опасными ситуациями, которые возникают на различных работах. При инструктаже на рабочем месте машиниста знакомят со строительным объектом, технологией выполнения

работ, правилами безопасного выполнения работ. Кроме того, проводятся повторные, внеплановые и целевые инструктажи. Проведение инструктажей фиксируется в специальном журнале.

Запрещено работать на неисправных машинах. До начала работы прораб или механик должен довести до сведения машиниста условия выполнения работы – схема движения, способы взаимодействия с другими машинами и мероприятия по обеспечению безопасности труда.

На выполнение земляных работ на строительной площадке необходимо иметь разрешение, в котором указывается наличие коммуникаций (кабелей, трубопроводов и др.) в районе площадки. Производство земляных работ в зоне действующих подземных коммуникаций следует осуществлять под непосредственным руководством прораба или мастера, а в охранной зоне кабелей, находящихся под напряжением, или действующего газопровода, кроме того, под наблюдением работников соответствующих служб.

При перемещении машин своим ходом или на транспортном средстве, особенно с выездом на автомобильные дороги, необходимо строго выполнять требования правил дорожного движения. Особую осторожность следует проявлять при переездах через железнодорожные пути, мосты и искусственные сооружения с учетом указанных на них допускаемых нагрузок и габаритов.

На рабочей площадке должны быть приняты меры, предотвращающие опрокидывание или сползание машин. Откосы и косогоры, на которых предстоит работать машине, не должны превышать значений, допускаемых техническим паспортом.

При разработке, транспортировании, разгрузке, планировке и уплотнении грунта двумя и более самоходными или прицепными машинами (скреперами, бульдозерами, грейдерами, катками и др.), идущими одна за другой, расстояние между ними должно быть не менее 10 м.

Погрузка грунта на автосамосвалы должна производиться со стороны заднего или бокового борта.

### **35.2. Техника безопасности при работе на бульдозерах**

Во время работы машинист должен постоянно наблюдать за рабочим оборудованием. При работе в выемках и котлованах, необходимо наблюдать за состоянием их откосов и упреждать возможные обвалы грунта. Двигаясь по насыпи, нельзя допускать, чтобы внешний край гусеницы приближался к бровке ближе, чем на 0,5 м на плотных грунтах и 1,5 м на свежееотсыпанных грунтах. При сбрасывании грунта с откоса запрещено высовывать отвал за бровку. Валку деревьев выполняют в подгорную сторону и по ветру. Нельзя валить лес в туман и темное время суток.

### **35.3. Техника безопасности при работе на скреперах**

При разработке грунта необходимо придерживаться разбивочных знаков. Нельзя допускать приближения колес скрепера к бровке насыпи ближе, чем на 1 м.

Запрещено работать в дождливую погоду на глинистых грунтах, нельзя выполнять работы на косогоре с наклоном более 30°.

Обслуживать и ремонтировать ковш можно только, опустив его на землю и заглушив двигатель.

### **35.4. Техника безопасности при работе на грейдерах**

При работе грейдером запрещается посторонним лицам находиться вблизи отвала или задних колес, так как может произойти неожиданный занос

машины в сторону. Не разрешается находиться под рамой при поднятом отвале. Не допускается работать грейдером на участках, не очищенных от крупных пней, камней и металлического лома. Запрещается также движение грейдера задним ходом при опущенном отвале или кирковщике. В связи с довольно сложной траекторией движения агрегата повороты, развороты в конце участка следует осуществлять на первой передаче трактора.

### **35.5. Охрана окружающей среды**

Вопросы охраны окружающей среды в настоящее время рассматриваются как важнейшая государственная проблема. Большое внимание должно быть уделено охране природы в процессе земляных работ. При подготовке трассы сооружения необходимо очищать ее от леса и кустарника с максимально возможным сохранением лесного массива. Деревья ценных пород должны быть пересажены. По возможности следует избегать использования грунта из боковых резервов или ограничивать их глубину до 1... 1,5 м.

В соответствии с действующим законодательством строительные организации, работающие на сельскохозяйственных землях и лесных угодьях, должны за свой счет рекультивировать эти участки, т. е. привести в состояние, пригодное для дальнейшего использования. Работы выполняют в ходе строительства или не позднее чем в течение года после их завершения. При рекультивации растительный слой грунта, срезанный во время расчистки полосы под будущее сооружение и перемещенный в сторону, возвращают на открытые грунтовые участки резервов.

При эксплуатации машин необходимо также соблюдать следующие правила:

- гусеничные машины во время транспортирования собственным ходом должны перемещаться по обочинам дорог, а в случае пересечения асфальтированных покрытий следует использовать временные настилы;
- запрещается работа на машинах с повышенной дымностью;
- запрещается работа при утечках топлива, масел, рабочих жидкостей.

Попадая в грунт, эти материалы отрицательно влияют на окружающую природу. Категорически запрещается сливать отработавшие нефтепродукты на землю, в водоемы и канализационную сеть. Эти материалы следует собирать и сдавать на нефтебазы или уничтожать методами, согласованными с Госсанинспекцией.

### Список используемых источников

1. Атаев, С.С. Технология, механизация и автоматизация строительства / С.С. Атаев [и др.] – М.: Высшая школа, 1990. – 595 с.
2. Стаценко, А.С. Технология и организация строительного производства: учеб. пособие / А.С. Стаценко, А.И. Тамкович – Мн.: Выш. шк., 2000. – 367 с.
3. Бондарик, В.А. Производство земляных работ / В.А. Бондарик, Э.В. Овчинников – Мн.: Высшая школа, 1979. – 128 с.
4. Земляные работы / Ю.И. Беляков [и др.] – М.: Стройиздат, 1990. – 271 с.
5. Земляные работы / А.К. Рейш, А.В. Куртинов, А.П. Дегтярев [и др.]; под ред. А.К. Рейша – М.: Стройиздат, 1984. – 320 с.
6. Неклюдов, М.К. Механизация уплотнения грунто: – М.: Стройиздат, 1985. – 168 с.
7. Лешкевич, Н.В. Технология строительного производства: конспект мультимедийных лекций / Н.В. Лешкевич, Т.Н. Тюшкевич, В.И. Юськович – Брест: Изд-во УО БрГТУ, 2013. – Ч.1. – 96 с.
8. Лешкевич, Н.В. Технология строительного производства: конспект мультимедийных лекций / Н.В. Лешкевич, Т.Н. Тюшкевич, В.И. Юськович – Брест: Изд-во УО БрГТУ, 2013. – Ч.2. – 156 с.
9. Лешкевич, Н.В., Г.Е. Ребров. Основы строительного производства / Н.В. Лешкевич, Г.Е. Ребров. – Брест: БрГТУ, 2015. – 80 с.
10. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт: ТКП 45-1.01-159-2009.
11. Основания и фундаменты зданий и сооружений. Основные положения. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-5.01-254-2012 (02250).
12. Строительство. Земляные сооружения. Контроль степени уплотнения грунтов: СТБ 2176-2011.
13. Безопасность труда в строительстве. Общие требования: ТКП 45-1.03-40-2006.
14. Безопасность труда в строительстве. Строительное производство: ТКП 45-1.03-44-2006.
15. Общие положения: НЗТ.
16. Земляные работы. (Ручные земляные работы): НЗТ. Сборник 2.1.
17. Земляные работы. Вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы: ЕНИР сб. Е2 / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1988. – 224 с.
18. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам «Технология строительного производства», «Строительство автомобильных дорог» для студентов специальностей 1-70 02 01 "Промышленное и гражданское строительство", 1-27 01 01 "Экономика и организация производства (строительство)", 1-70 03 01 "Строительство автомобильных дорог", 1-74 04 01 "Сельское строительство и обустройство территорий" дневной и заочной форм обучения: Ч 1.
19. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам «Технология строительного производства», «Строительство автомобильных дорог» для студентов специальностей 1-70 02 01 "Промышленное и гражданское строительство", 1-27 01 01 "Экономика и организация производства (строительство)", 1-70 03 01 "Строительство автомобильных дорог", 1-74 04 01 "Сельское строительство и обустройство территорий" дневной и заочной форм обучения: Ч 2.

## Оглавление

1. Цели и задачи дисциплины .....	3
2. Введение.....	3
3. Основные понятия и положения строительного производства .....	7
4. Строительные процессы .....	8
5. Материально – технические средства строительных процессов .....	10
5.1. Материальные элементы строительных процессов.....	10
6. Нормативная документация строительного производства .....	13
7. Охрана труда в строительстве.....	15
7.1. Понятие охраны труда. Социально-экономическое значение охраны труда. ....	15
7.2. Основные законодательные и нормативные правовые акты РБ по охране труда.....	15
8. Контроль качества строительной продукции и приемки работ.....	16
9. Основы технологического проектирования.....	19
10. Техничко-экономические показатели (ТЭП) .....	23
11. Проектно – сметная документация .....	23
11.1. Назначение и состав ПОС .....	24
11.2. Назначение и состав ППР .....	24
11.3. Технологические карты .....	25
11.4. Карты трудовых прцессов (КТП) .....	26
12. Вариантное проектирование .....	27
13. Техническое нормирование труда в строительстве .....	27
14. Тарифное нормирование труда в строительстве.....	30
15. Оплата труда рабочих .....	32
<b>РАЗДЕЛ II .....</b>	<b>34</b>
16. Подготовка строительной площадки .....	34
17. Вертикальная планировка строительной площадки.....	42
18. Грунты и их строительная классификация .....	43
19. Способы разработки грунта и применяемые машины .....	45
20. Комплексная механизация производства земляных работ .....	47
21. Разработка грунта скреперами .....	47
22. Разработка грунтов бульдозерами .....	58
23. Разработка грунтов грейдерами и автогрейдерами .....	65
24. Срезка растительного слоя .....	69
25. Разравнивание привозимого в насыпь транспортом грунта .....	69
26. Уплотнение грунта планировочной насыпи .....	69
27. Предварительная и окончательная планировка .....	74
<b>РАЗДЕЛ III .....</b>	<b>77</b>
Вертикальная планировка строительной площадки .....	77
3. Определение объемов земляных работ .....	77
3.1. Выбор способа определения объемов .....	77
3.2. Разбивка строительной площадки на квадраты .....	77
3.3. Разбивка строительной площадки на треугольники .....	77
3.4. Определение черных отметок вершин квадратов и треугольников.....	77
3.6. Определение красных отметок вершин (отметок проектной плоскости) .....	79
3.7. Определение рабочих отметок вершин .....	79
3.8. Построение линии нулевых работ (л.н.р.).....	79
3.9. Определение частных объемов .....	80
3.10. Построение линии откосов .....	82
3.11. Определение объемов откосов.....	83
3.12. Составление сводной балансовой ведомости .....	83
3.13. Определение объемов подготовительно-заключительных и вспомогательных земляных работ.....	84
4.2. Определение приведенных объемов пунктов выемки и насыпи .....	87
4.3. Определение положения центров тяжести пунктов выемки и насыпи.....	87
4.5. Составление картограммы распределения грунта земляных масс .....	90
5. Предварительный выбор методов производства работ.....	91
6. Выбор ведущих машин по рабочим параметрам .....	92
6.1. Подбор скреперов.....	92
6.2. Подбор бульдозеров.....	94
7. Составление калькуляции затрат труда .....	95
10. Безопасность труда и охрана окружающей среды при производстве земляных работ .....	99
10.1. Общие положения .....	99
10.2. Техника безопасности при работе на бульдозерах .....	100
10.3. Техника безопасности при работе на скреперах .....	100
10.4. Техника безопасности при работе на грейдерах .....	100
10.5. Охрана окружающей среды .....	101
Список используемых источников .....	102

Учебное издание

Лешкевич Николай Васильевич  
Пчелин Вячеслав Николаевич

# **ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

## **КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**

для студентов специальности

1 70 02 01 "Промышленное и гражданское строительство",  
70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»,  
1-27 01 01 «Экономика и организация производства (строительство)»

*Текст печатается в авторской редакции*

Ответственный за выпуск: Н.В. Лешкевич  
Редактор: Е.А. Боровикова  
Компьютерная верстка: И.Н.Романюк

---

Стереотипное издание.

Подписано к печати 20.05.2016 г. Формат 60x84/16 Бумага «Снегурочка».

Усл. п.л. 6,05. Уч. изд. л. 6,5. Заказ № 234. Тираж 150 экз.

Отпечатано на ризографе Учреждения образования  
«Брестский государственный технический университет».

224017, г. Брест, ул. Московская, 267.