

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства»  
(ПГУАС)

# **ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

## **ЧАСТЬ 2**

### **ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Рекомендовано Редсоветом университета  
в качестве учебного пособия для студентов,  
обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство»

Пенза 2016

УДК 69:658.527(075.8)

ББК 65.31+ 30.666 я73

О-75

Рецензенты: кафедра «Экономика, организация и управление производством» (кандидат экономических наук, доцент Е.В.Духанина) (ПГУАС);  
генеральный директор ООО «Засечное» А.Н.Сафьянов (г.Пенза)

**Основы** организации и управления в строительстве. Ч.2.  
О-75 Организация строительного производства: учеб. пособие по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» / Н.А.Шлапакова, З.А. Мебадури, С.Ю. Глазкова, Т.Н. Чудайкина. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 212 с.

Рассмотрены вопросы технологии и организации строительства автомобильных дорог, систем водоснабжения, водоотведения и вентиляции промышленных и гражданских зданий.

Содержатся формы необходимых таблиц и расчетные формулы, а также перечень нормативной и справочной литературы, на основании которой должны проводиться расчеты (могут быть использованы в НИР и ВКР).

Учебное пособие подготовлено на кафедре «Экономика, организация и управление производством» и предназначено для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство».

© Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2016

© Шлапакова Н.А., Мебадури З.А.,  
Глазкова С.Ю., Чудайкина Т.Н., 2016

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие «Основы организации и управления в строительстве» состоит из двух частей:

Часть 1 – «Поточная организация производства на предприятиях строительного комплекса».

Часть 2 – «Организация строительного производства».

В данной части подробно представлены существующие технологии производства основных работ при строительстве участка автомобильной дороги, проект производства работ на их строительство, организация и технология строительства объектов систем водоснабжения и водоотведения, а также вентиляция систем промышленных и гражданских зданий.

Кроме того, в пособии представлена последовательность и порядок выполнения расчетов, которые могут быть использованы в НИР, самостоятельной работе, а также для выполнения технико-экономических расчетов в организационно-экономическом разделе выпускной квалификационной работы.

## ВВЕДЕНИЕ

Для повышения эффективности капитального строительства в условиях кризиса необходимо тщательная подготовка осуществления строительных работ и возведения сооружений.

В соответствии с государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования направления подготовки 08.03.01 «Строительство» при изучении дисциплины «Основы организации и управления в строительстве» у студентов должны быть сформированы следующие компетенции:

– знать основы российской правовой системы и законодательства, организации судебных и иных правоприменительных правоохранительных органов, правовые и нравственно-этические нормы в сфере профессиональной деятельности;

– знать основные понятия и категории экономики, экономические законы и закономерности, экономические системы, а также основные этапы развития экономической теории;

– знать основные положения и задачи строительного производства, виды и особенности основных строительных процессов при возведении зданий и сооружений и их оборудования, технологии их выполнения, включая методику выбора и документирования технологических решений на стадии проектирования и стадии реализации, специальные средства и методы обеспечения качества строительства, охраны труда, выполнения работ в экстремальных условиях;

– знать основы логистики, организации и управления в строительстве, формирования трудовых коллективов специалистов в зависимости от поставленных задач.

В результате изучения дисциплины студент должен:

*знать:*

- основные понятия и категории организации производства;
- законы и закономерности организации производственных систем;
- формы и методы организации процесса создания новой продукции;
- методику обоснования инженерных решений, принимаемых в процессе проектирования производственных систем;
- виды производственных структур;
- структуру производственного цикла, методы и пути сокращения длительности производственного цикла;
- принципы организации производственного процесса;
- методы разработки календарного плана цеха, участка;
- методы контроля и регулирования хода производства;
- методы управления производственными ресурсами предприятия;

– методы комплексного обеспечения функционирования производства, качества продукции и производственных процессов;

– методы оценки состояния и уровня организации производства;

– методы выявления организационных резервов;

– методы межфирменной организации производства;

– стратегии совершенствования производственной системы;

*уметь:*

– правильно организовывать рабочие места, их техническое оснащение, размещение технологического оборудования;

– уметь устанавливать состав рабочих операций и строительных процессов, обоснованно выбирать методы их выполнения, определить объемы, трудоемкость строительных процессов и потребное количество работников, специализированных машин, оборудования, материалов, полуфабрикатов и изделий, разрабатывать технологическую карту строительного процесса, оформлять производственные задания бригадам (рабочим), осуществлять контроль и приемку работ;

*владеть:*

– методами осуществления контроля над соблюдением технологической дисциплины и экологической безопасности;

– основами современных методов проектирования и расчета систем инженерного оборудования зданий, сооружений, населенных мест и городов;

*иметь представление:*

– о системе анализа моделей организованных систем, адаптации моделей к конкретным задачам управления;

– о методах принятия стратегических, тактических и оперативных решений в управлении производственной деятельностью организации;

– о методике определения показателей, характеризующих управленческую и финансовую деятельность предприятий с учетом отраслевой принадлежности;

– о современных подходах к системам управления и планирования предприятием (организацией).

# 1. ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ УЧАСТКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Практически все земляные работы, конструктивные слои дорожной одежды и укрепительные работы выполняют в строгой технологической последовательности при одинаковой скорости потока.

Составляемая технологическая схема, кроме описания последовательности выполнения операций по устройству каждого конструктивного слоя дорожной одежды, а также расчёта необходимого количества машин и рабочей силы в смену, даёт возможность получить составы звеньев и отряда для устройства дорожной одежды при расчётной скорости потока.

Для успешного составления технологической последовательности процессов устройства дорожной одежды с расчётной скоростью потока необходимо знать: технологическую последовательность выполнения операций по устройству каждого слоя дорожной одежды, типы современных дорожно-строительных машин и условия их применения, свойства и необходимое количество дорожно-строительных материалов.

В процессе работы над курсовым проектом студенту необходимо решить ряд задач из ПОС (проект организации строительства) и ППР (проекта производства работ) по технологии строительства автомобильной дороги с применением комплексной механизации, современных материалов и технологических процессов производства работ.

Технологический процесс устройства дорожной одежды должен отражать наиболее прогрессивные способы организации строительства и производства работ, соответствующие современному уровню развития техники и передовой технологии строительства.

Разработку технологического процесса осуществляют применительно к каждому конструктивному слою дорожной одежды (снизу вверх) при детальном рассмотрении всех конструктивных условий производства работ: назначение рациональной толщины отдельных слоёв конструктивных элементов в процессе устройства, порядок и правила распределения, смешения и уплотнения материалов.

После расчистки дорожной полосы приступают к разбивке земляного полотна и сооружений в полосе отвода. Цель разбивки – обозначение на местности границ и очертаний земляного полотна, в данном случае – ширины корыта. Эту работу выполняют на основе проектных материалов: плана дороги, продольного и поперечного профилей, ведомостей закрепления трассы и реперов. Разбивка и закрепление трассы производятся с помощью кольев.

Технологический процесс устройства корыта земляного полотна включает в себя следующие операции. Грунт разрабатывается бульдозером

с перемещением до 30 м. Затем разработанный грунт грузится экскаватором в автосамосвалы и отвозится на расстояние до 5 км в отвал. Корыто земляного полотна планируется бульдозером, проводится контроль качества работ, затем устраивается песчаное основание.

Технологический процесс устройства песчаного основания включает в себя разгрузку, распределение и уплотнение песка, а также контроль качества работ. Песок уплотняют при оптимальной влажности в соответствии с действующими техническими правилами. Увлажняют песок поливочными машинами и уплотняют самоходными катками на пневмоходу массой 30 т.

Технология устройства основания включает распределение основной фракции щебня по подготовленному плотному подстилающему слою, укатку щебня с поливкой водой, последующее распределение и уплотнение клинца также с поливкой водой. Щебень распределяют с помощью автогрейдера. Уплотняют щебень вибрационными катками массой 13 и 18 т. Обжимку рабочего щебня производят лёгкими катками за 20–30 проходов (по одному следу). Уплотнение начинают от борта, перекрывая предыдущий след на 25–30 см. Затем уплотняют тяжёлыми катками за 5–6 проходов. Скорость движения катков 1,5–2 км/ч, затем её повышают до 5 км/ч.

Принято основание толщиной более 16 см (в плотном состоянии) устраивать в два слоя. Нижний слой не расклинивают. Коэффициент уплотнения чаще всего не превышает 1,22–1,26.

Технологический процесс устройства покрытия из асфальтобетонных смесей, укладываемых в горячем состоянии, включает в себя следующие операции. Поверхность основания, на которую будет укладываться смесь, очищают. Разливают битум (разжиженный) или битумную эмульсию. Вдоль кромок проезжей части, если отсутствует борт, укрепляют упоры из деревянных брусьев или толстых досок. Если асфальтобетонное покрытие двухслойное, на II захватке устраивают нижний слой, а на III верхний. Технология их устройства одинакова. Доставленную в автосамосвалах смесь выгружают в бункер асфальтоукладчика. Благодаря наличию шнека, вибрирующего бруса и выглаживающей плиты смесь распределяется на ширину 3–3,75 м по заданному профилю и слегка уплотняется.

Распределённую смесь уплотняют самоходными катками с металлическими вальцами или на пневматических шинах.

Вначале пускают лёгкие катки массой 8 т, делая ими 4–5 проходов, лишь после этого – массой 13 т которые проходят 12–17 раз по одному следу.

К уплотнению приступают сразу после укладки смеси асфальтоукладчиком. Уплотнение начинают от кромки покрытия и постепенно перемещаются к середине, перекрывая след на 20–25 см. После первых проходов проверяют ровность покрытия, поперечный уклон и толщину слоя.

Выявленные дефекты устраняют, добавляя смесь в пониженные места или срезая повышенные. Окончание уплотнения определяют по отсутствию следа от прохода тяжёлого катка. Все работы должны проводиться в сухую погоду.

При составлении технологической схемы и выборе машин надо стремиться к тому, чтобы коэффициент использования машин был как можно ближе к 1,00.

Рассмотрев коэффициенты использования машин можно рекомендовать:

– при разработке и погрузке грунта на четырёх потоках применять один бульдозер,  $K_{исп} = 0,16 \cdot 4 = 0,64$ ;

– совмещать работу бульдозера при разработке грунта, при погрузке грунта и при планировке площадей;

– совмещать работу подсобных автосамосвалов, поливомоечных машин, автопогрузчиков, кранов и т. п. на разных захватках;

– применять один кран и один автосамосвал для 2 потоков по установке борта;

– применять одну поливомоечную машину для 2 потоков по устройству асфальтобетонного покрытия,  $K_{исп} = 0,06 \cdot 2 = 0,12$ .

Дорожные основания и покрытия необходимо устраивать в соответствии с требованиями действующих правил по технике безопасности.

Работа отдельных машин и механизмов выполняется по правилам техники безопасности при эксплуатации этих машин.

Основные правила при работе асфальтоукладчика:

– перед пуском рабочих органов укладчика машинист должен подать звуковой сигнал;

– в тёмное время суток должно быть обеспечено освещение укладчика и места укладки;

– при загрузке бункера во избежание ожогов горячей смесью запрещается находиться вблизи боковых стенок бункера;

– для опускания навесной части машинист должен убедиться в отсутствии людей сзади машины;

– рабочие должны быть предупреждены о возможности получения ожогов в случае прикосновения к кожуху, находящемуся над выглаживающей плитой.

## 1.1. Подготовительные работы

### 1.1.1. Расчистка дорожной полосы

Территорию, необходимую для выполнения строительных работ, расчищают от леса, кустарника, пней и крупных камней. Если в пределах этой полосы находятся строения, линии связи или электропередачи,

подземные инженерные сооружения, то их перестраивают или переносят на другое место в соответствии с решениями, указанными в проекте.

Расчистка полосы от леса является наиболее трудоемким процессом в составе работ по подготовке дорожной полосы. Древесина является ценным сырьем, которое можно использовать для переработки в полезную продукцию. Работы по расчистке дорожной полосы от леса и кустарника следует выполнять таким образом, чтобы получать древесину лучшего качества и без потерь. Лес можно убирать в любое время года, однако качество древесины лучше, если деревья спиливают зимой. В это же время облегчается проезд автомобилей по грунтовым дорогам. В связи с этим расчистку дорожной полосы от леса целесообразно вести в зимнее время. С другой стороны, при зимних работах приходится оставлять пни, которые выкорчевывают только летом. Валку деревьев осуществляют спиливанием бензомоторными или электрическими пилами. Для обеспечения безопасности работ перед спиливанием деревьев необходимо убрать имеющийся кустарник и низко расположенные сучья.

Спиленные деревья очищают от сучьев и транспортируют на промежуточный склад трелеровочным трактором с щитом и лебедкой для подтягивания пачки деревьев на щит. Трелевку отдельных деревьев производят тракторами. Для погрузки деревьев на транспортные средства используют специальные лесопогрузчики. Схема расчищаемой от леса дорожной полосы приведена на рис. 1.1.

Преимущественно в летнее время производят корчевку пней с помощью бульдозеров, корчевателей или взрыванием. Выкорчеванные пни и сучья (порубочные остатки) убирают с полосы отвода или сжигают с соблюдением противопожарной безопасности. Оставшиеся после корчевания пней или валки деревьев ямы засыпают грунтом и уплотняют. Поверхность основания насыпи выравнивают.

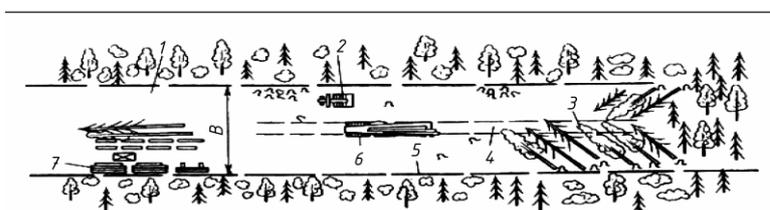


Рис. 1.1. Расчистка дорожной полосы от леса:  
1 – разделочная площадка; 2 – корчеватель; 3 – поваленные деревья;  
4 – трелеровочный валок; 5 – граница полосы отвода вырубki;  
6 – трелеровочный трактор; 7 – штабеля деревьев; В – ширина вырубki

Кустарник удаляют с помощью бульдозеров или кусторезов. Иногда для уборки кустарника применяют корчеватели-собиратели. Срезку кустарника кусторезами производят в любое время года, но лучшие условия для этой работы создаются зимой благодаря закреплению корней и стволов

кустарника в промерзшей почве. В этих условиях ножи кустореза хорошо срезают древесную растительность за один проход. Успешно проходит срезка и в начале весны, когда снега уже мало, а земля еще не оттаяла. В весенне-летний период ножи кустореза часто заглубляются в грунт и затрудняют работу.

Мелкие камни (объемом до 1 м<sup>3</sup>), встречающиеся на дорожной полосе, удаляют за ее пределы бульдозером, крупные (объемом больше 1 м<sup>3</sup>) разрушают взрыванием, а затем также удаляют бульдозером.

### 1.1.2. Удаление растительного слоя

Плодородный почвенный слой, или, как его чаще называют, растительный грунт, следует снимать со всей площади, отведенной для строительства дороги, и складировать в отвалы для последующего использования. Толщину снимаемого плодородного почвенного слоя устанавливают проектом. В зависимости от дорожно-климатической зоны толщина колеблется от 10 до 30 см. Растительный грунт используют при укреплении откосов земляного полотна, для распределения на разделительной полосе, рекультивации восстанавливаемых или малопродуктивных сельскохозяйственных земель.

Работу выполняют с помощью бульдозеров или скреперов. При применении бульдозеров срезку грунта производят под углом к оси дороги или при продольном либо поперечном движении машины относительно дорожной полосы. Отвалы грунта располагают вдоль краев полосы отвода так, чтобы они не мешали последующим работам. Чаще всего растительный грунт срезают бульдозером. В зависимости от ширины дорожной полосы и толщины срезаемого почвенного слоя выбирают тип бульдозера и схему последовательности выполнения работы.

## 1.2. Устройство земляного полотна

### 1.2.1. Разбивочные работы при возведении земляного полотна

Разбивка земляного полотна состоит в нанесении и закреплении на местности основных точек, определяющих поперечные размеры оснований будущих насыпей и верхние бровки выемок с учетом уклона местности, толщины снимаемого растительного слоя и расположения боковых канав и резервов. Эти границы отмечают бороздами, вырезаемыми автогрейдером, или кольями, забиваемыми через 25–50 м.

Разбивку выполняют, руководствуясь проектными материалами и рабочими чертежами, в которых приведены типовые поперечные профили насыпей и выемок будущей дороги, продольный профиль с рабочими отметками каждого пикета.

Несколько сложнее разбивка работ на кривых. Восстановленная трасса имеет закрепленные точки: начала и конца кривой и пересечения направлений трассы – вершину угла. На основании этих данных необходима геодезическая разбивка промежуточных точек по оси будущего земляного полотна.

При разбивке каждого криволинейного участка сначала устанавливают положение всех точек на кривой, размещенных по оси дороги. В этих точках находят направление нормалей к кривой, а затем от оси дороги вдоль каждой нормали устанавливают положение всех точек поперечного профиля земляного полотна в данном месте.

При разбивке учитывают конструкцию поперечного профиля дороги в окончательном виде. При разбивке выемок также учитывают толщину дорожной одежды. Все необходимые точки закрепляют на местности кольями. На кольях делают затески, на которых несмываемой краской указывают пикетажное положение и отметку насыпи или выемки. Для обеспечения сохранности от повреждения строительными машинами и автомобилями за пределами рабочей зоны устанавливают дополнительные колья, которые позволяют оперативно восстанавливать сбитые колья. На дорогах, имеющих высоту насыпи до 1,5 м, по оси забивают колья, указывающие номера пикетов и высоту насыпи, а рядом ставят вежу с поперечной планкой наверху, обозначающей поверхность будущей насыпи. При насыпях большей высоты ограничиваются забивкой только колеев по оси. На косогорах разбивку поперечного профиля ведут с применением теодолита, контрольного шаблона, уровня и рейки. Разбивку водоотводных и нагорных канав проводят путем установки по их осям колеев, на которых обозначают глубину канавы в данной точке, а на кольях, вынесенных за пределы канавы, – ее ширину.

Размеры и очертания канав при работе проверяют шаблонами. Закрепление временной полосы отвода для строительства проводят одновременно с разбивкой элементов земляного полотна. Полоса постоянного отвода находится обычно в пределах полосы временного отвода, поэтому границы ее закрепляют после полного окончания работ по отделке земляного полотна и ликвидации временных подъездных дорог.

### 1.2.2. Способы отсыпки насыпей и разработки выемок

Возведение насыпей состоит из последовательной укладки и уплотнения грунта. Доставленный на место строительства насыпи грунт укладывают в определенном порядке в зависимости от рельефа местности, конструкции земляного полотна, источников получения грунта и применяемых машин. Последовательно укладывая слои грунта один на другой, доводят насыпь до нужной высоты (проектной отметки).

Такой способ возведения насыпи называют способом послышной отсыпки (рис. 1.2, а).

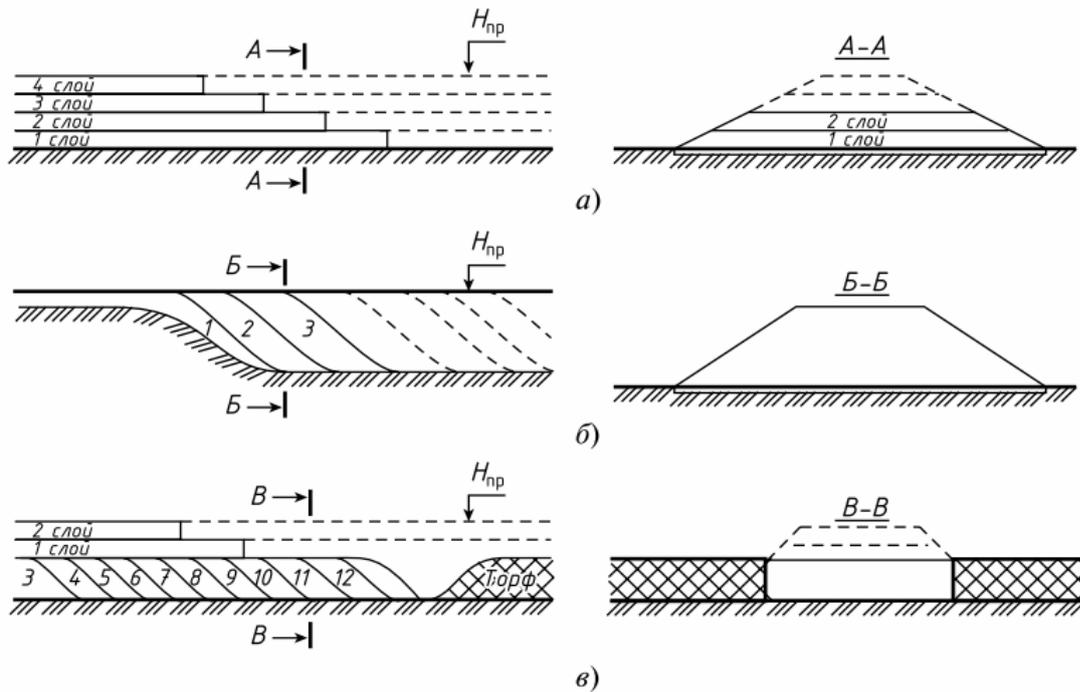


Рис. 1.2. Способы отсыпки насыпей:  
 а – послойной отсыпки; б – «с головы»; в – комбинированный

Послойная отсыпка насыпи позволяет в отдельных слоях применять разные грунты и достигать требуемого уплотнения по всей высоте насыпи. При послойном способе отсыпки основные работы ведут на двух участках одинаковой длины – на одном укладывают слой грунта, на другом уплотняют. Затем эти операции меняются местами, и так происходит до полной отсыпки насыпи. Длину участков работы принимают такой, чтобы в течение смены закончить отсыпку всех слоев полностью.

При возведении земляного полотна на участках пересечения болота или оврага с крутыми склонами произвести послойную укладку грунта становится невозможно. В таких случаях применяют способ отсыпки насыпи «с головы» (рис. 1.2, б). При этом способе насыпь сразу отсыпают до проектной отметки, а наращивание ее происходит вдоль трассы непрерывно до тех пор, пока не закончится участок насыпи, пересекающий болото или овраг. Основным недостатком этого способа является трудность обеспечения необходимой плотности грунта по всей высоте насыпи. Окончательное уплотнение происходит в результате постепенной осадки насыпи под действием собственной массы грунта и проезжающих автомобилей. Чтобы уменьшить недостатки этого способа, применяют так называемый комбинированный способ отсыпки насыпи (рис. 1.2, в). Сущность его состоит в том, что нижнюю ее часть от минерального дна до поверхности болота отсыпают по способу «с головы», а верхнюю – послойно.

Выемки неглубокие (до 6 м) при однородных грунтах разрабатывают экскаваторами сразу до проектных отметок. Такой способ разработки

называют лобовым (рис. 1.3, а). Если выемку разрабатывают не сразу на полную глубину, а постепенно – по частям, то способ носит название ярусной разработки (рис. 1.3, б). Его применяют при глубоких выемках, когда максимальная высота забоя для экскаватора меньше глубины выемки, при наличии разных грунтовых слоев и при некоторых других условиях (рис. 1.3, в).

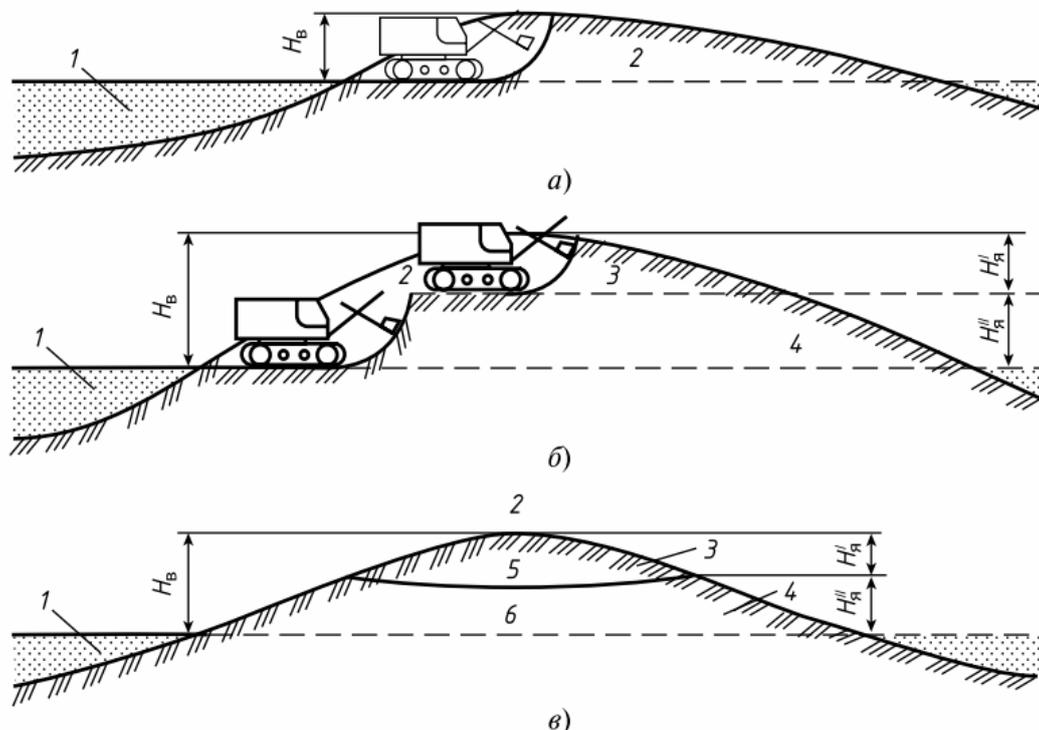


Рис. 1.3 Способы разработки выемок:

а – лобовой способ; б – способ ярусной разработки;

в – условия применения способа ярусной разработки;

1 – насыпь; 2 – выемка; 3 – I ярус; 4 – II ярус; 5 – супесчаный грунт; 6 – суглинок;

$H_B$  – глубина выемки;  $H_{я}^I$  и  $H_{я}^II$  – соответственно глубина I и II ярусов

Разработку выемки можно вести в поперечном и продольном направлениях. Первый способ применяют при коротких выемках, второй – при длинных.

### Возведение насыпей, разработка выемок и грунтовых карьеров скреперами

Скреперы предназначены для разработки и транспортирования грунта на сравнительно большие расстояния. В настоящее время выпускают несколько моделей скреперов, которые различаются по способу тяги, объему ковша (от 4,5 до 25 м<sup>3</sup>), типу управления, способу загрузки и разгрузки и некоторым другим показателям.

Прицепные скреперы работают в агрегате с базовыми гусеничными или пневмоколесными тракторами. Их используют при дальности

транспортирования от 100 до 500 м. При больших расстояниях транспортирования прицепные скреперы уступают по рентабельности самоходным, а также автомобилям-самосвалам, загружаемым экскаваторами или фронтальными погрузчиками.

Полуприцепные (самоходные) скреперы работают в агрегате с базовыми быстроходными пневмоколесными тягачами. Их используют при дальности транспортирования от 300 до 3000 м.

Скреперы применяют преимущественно для разработки сравнительно легких грунтов. Плотные грунты требуют предварительного рыхления. Скреперы не могут быть использованы на заболоченных участках, при переувлажнении глинистых грунтов, в сыпучих песках и при грунтах с включениями крупных камней.

Зарезание грунта скреперами осуществляют несколькими способами (рис. 1.4).

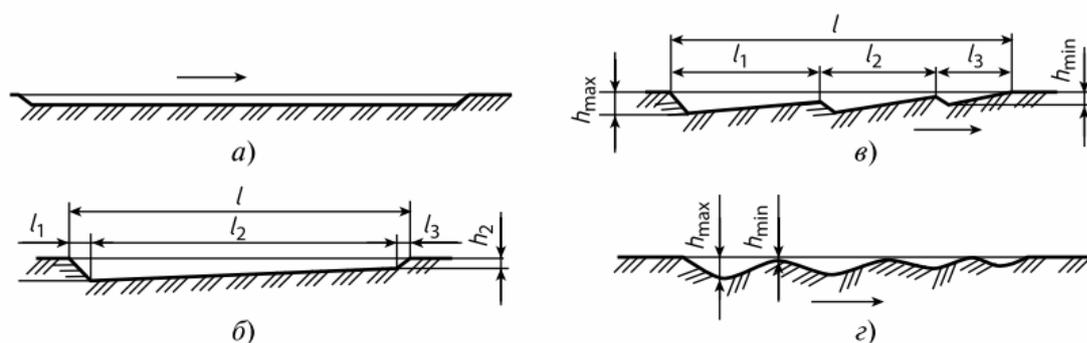


Рис. 1.4. Способы зарезания грунтов скрепером (стрелкой показано направление движения скрепера):  
а – плотных грунтов; б – рыхлых; в – средней плотности; г – песчаных

Ковш скрепера наполняют при прямолинейном движении, стремясь срезать грунт наиболее толстой стружкой. Это создает лучшие условия для заполнения ковша. Длина пути наполнения – 15–25 м.

Целесообразно набор грунта осуществлять при движении под уклон 3–6°, однако следует иметь в виду, что при большем уклоне грунт поступает в ковш не полностью, затрудняя работу скрепера.

При сухих песчаных грунтах их увлажняют или выполняют набор при движении на подъем до 3°. Разработку грунта в выемках или грунтовых карьерах проводят в определенной последовательности по шахматно-гребенчатой (рис. 1.5) или ребристо-шахматной схеме.

Зарезание грунта по шахматно-гребенчатой схеме выполняют волнообразно с попеременным заглублением ковша. Для получения более ровного забоя каждое последующее зарезание грунта производят на одной и той же полосе с перекрытием гребней, для чего каждый следующий набор грунта начинают, отступив на 2–3 м от начала предыдущего.

В плотных неразрыхленных грунтах применяют ребристо-шахматную схему набора, которая обеспечивает хорошее наполнение ковша. Для лучшего наполнения ковша скрепера применяют рыхление плотных грунтов и производят зарезание с помощью тракторов-толкачей.

В качестве толкачей применяют гусеничные тракторы, оборудованные специальными устройствами, или бульдозеры на гусеничных тракторах. Иногда тракторы-толкачи применяют при транспортировании на труднопроходимых участках.

Грунт рыхлят на толщину снимаемой стружки, избегая его измельчения, так как это ухудшает наполнение ковша.

Эффективность работы скреперов зависит от подготовки и состояния грунтовой поверхности, которая должна обеспечить возможность движения со скоростью до 10 км/ч.

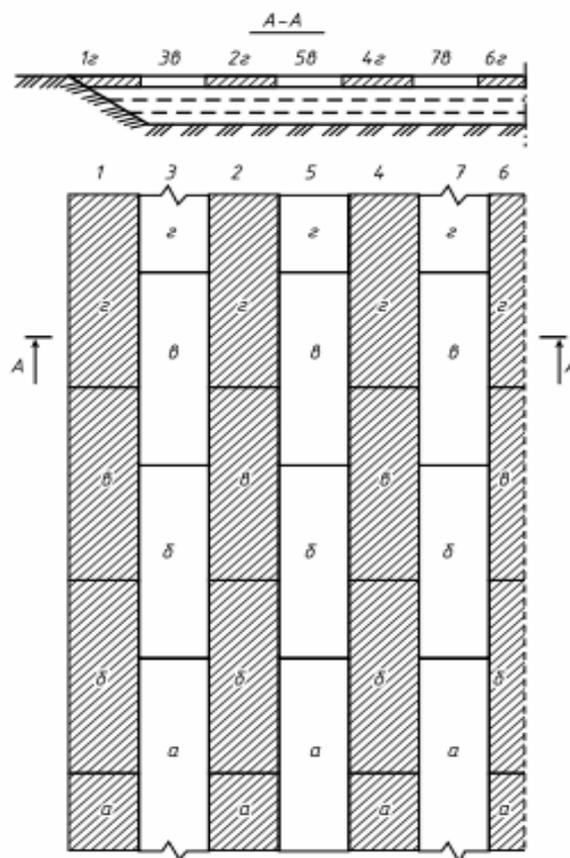


Рис. 1.5. Шахматно-гребенчатая схема зарезания грунта скрепером:  
 а–г – последовательность зарезания грунта на каждой полосе;  
 1–7 – последовательность разработки полос

Подъездные пути прокладывают с учетом движения груженого скрепера на подъем с уклонами до 150‰, на спуск – до 200‰, с поперечным уклоном – до 100 ‰, для движения порожняком соответственно до 200 ‰ на подъем и до 300‰ на спуск, с поперечным уклоном – до 120 ‰. В обоих направлениях радиусы закругления не меньше 15–20 м.

При движения порожних скреперов их можно использовать для выравнивания и планировки землевозных путей. Разгрузку скреперов производят на ходу при прямолинейном движении с малой скоростью (3–4 км/ч). Разгрузка позволяет производить послойную укладку грунта. Кромку ножа скрепера устанавливают на уровне, обеспечивающем требуемую толщину слоя грунта.

Работы по сооружению земляного полотна организуют таким образом, чтобы осуществлять загрузку и движение груженых машин вниз под уклон. Разработку выемок ведут в одну смежную насыпь или одновременно в две насыпи; во втором случае движение скреперов происходит сквозное, без разворотов в выемке. При близком расположении двух выемок в насыпи между ними можно вести разработку обеих выемок, одновременно перемещая

Забой для набора грунта должен быть достаточной длины для полного наполнения, а путь движения скрепера – кратчайшим, без крутых поворотов, особенно для груженого скрепера. Насыпи отсыпают параллельными полосами при движении скрепера вдоль оси дороги от краев к середине.

Технологические процессы по разработке выемки из карьера и возведению насыпи состоят из следующих операций:

- подготовка основания насыпи и площади выемки или карьера – удаление растительного грунта бульдозерами или скреперами и перемещение его на склад;
- уплотнение естественного основания насыпи катками или другими машинами для уплотнения грунта;
- рыхление грунта (если грунты плотные) в выемке или карьере рыхлителем послойно по мере разработки грунта;
- разработка грунта в выемке или грунтовом карьере скреперами с применением толкача, транспортирование к насыпи и распределение слоем проектной толщины;
- послойное разравнивание грунта в насыпи автогрейдером; в сухую погоду, когда влажность грунта, получаемого в карьере или выемке, ниже оптимальной, грунт необходимо увлажнить;
- послойное уплотнение грунта насыпи катками или другими машинами для уплотнения грунта;
- планировка верхней части насыпи и откосов насыпи и выемки.

При планировке в зависимости от величины и крутизны откосов применяют бульдозеры, автогрейдеры, экскаваторы с телескопической стрелой или специальным оборудованием для планировки.

Кроме перечисленных основных технологических процессов выполняют работы по устройству и планировке землевозных путей, укреплению откосов и рекультивации земель.

## Разработка выемок и грунтовых карьеров экскаваторами. Возведение насыпей

При возведении земляного полотна автомобильных дорог применяют экскаваторы, которые различают по назначению, типу рабочего оборудования, объему ковшей, типу ходового устройства, степени ограничения поворотного движения рабочего оборудования.

Выбор типа экскаватора, его модели и вида рабочего оборудования производят исходя из грунтовых и климатических условий, объемов и сроков работ, условий транспортирования грунта и некоторых других факторов.

Наиболее производительные роторные экскаваторы применяют при больших сосредоточенных работах (объем на объекте более 20 тыс. м<sup>3</sup>). Одноковшовые экскаваторы применяют преимущественно для разработки тяжелых грунтов – разрыхленных скальных пород, неоднородных грунтов с включениями очень плотных глинистых грунтов при условиях, неблагоприятных для применения скреперов, бульдозеров или других землеройных машин.

Экскаваторы на гусеничном ходу применяют на сосредоточенных работах, когда не требуются частые перебазировки, при слабых основаниях, при разработке скальных грунтов, где пневматические шины быстро выходят из строя. Экскаваторы на пневмоколесном ходу целесообразно применять при грунтах с достаточной несущей способностью на рассредоточенных работах.

Основные объемы работ выполняют экскаваторами с оборудованием «прямая лопата», драглайн и «обратная лопата» используются меньше. Драглайн применяют при необходимости разработки грунтов, расположенных ниже уровня стоянки экскаватора, когда работа с подошвы забоя затруднена из-за наличия грунтовых вод или по другим причинам, при возведении насыпей из боковых резервов и при разработке выемок с отвалом грунта. Обратную лопату применяют главным образом при разработке траншей и котлованов под фундаменты.

Экскаваторы выбирают исходя из объемов работ на объекте и их производительности. Транспортирование грунта, как правило, выполняют автомобилями-самосвалами или прицепными землевозными тележками. Иногда грунт транспортируют ленточными звеньевыми транспортерами длиной 200–300 м. Землевозные тележки применяют преимущественно при небольших расстояниях транспортирования (1–3 км). Выбор транспортных средств зависит от производительности и вместимости ковша экскаватора и расстояния транспортирования грунта.

### 1.2.3. Производство работ при применении экскаваторов-драглайнов

Разработку выемок или грунтовых карьеров экскаваторами-драглайнами ведут двумя способами: проходками с торцевым (лобовым) забоем, когда экскаватор перемещается в пределах разрабатываемой им полосы; проходками с боковым забоем, когда экскаватор перемещается за пределами разрабатываемой им полосы. По сравнению с боковым забоем торцевой имеет преимущество, так как за одну проходку дает возможность разрабатывать грунт на полосе шириной, почти равной удвоенному наибольшему радиусу резания. Глубина торцевого забоя может быть значительно больше глубины бокового забоя.

Разработку грунта драглайном осуществляют ниже уровня стоянки экскаватора с выгрузкой в отвал или в транспортные средства, которые подают по верху или по дну выемки. При разработке выемок и грунтовых карьеров экскаваторами-драглайнами целесообразно применять челночный способ погрузки грунта, когда транспортные средства подают по дну выемки или карьера.

Разработку выемки осуществляют с недобором грунта до проектного очертания выемки на 20–30 см. Срезку недоборов производят бульдозерами, автогрейдерами или экскаваторами-планировщиками. Срезанный грунт вывозят в соседние насыпи. Одновременно со срезкой недобора грунта устраивают водоотводные каналы в выемках.

### 1.2.4. Планировка поверхности земляного полотна и откосов

После окончания основных работ по возведению насыпи или выемки производят планировку, а затем укрепление поверхности земляного полотна. Планировка необходима для того, чтобы выровнять верхнюю часть земляного полотна и откосы в соответствии с проектными отметками, обеспечить требуемую ровность и создать необходимые условия для стока воды.

Планировку откосов насыпей производят после планировки поверхности земляного полотна, а в выемках, наоборот, вначале планируют откосы, а потом дно выемки. После планировки целесообразно сразу укрепить откосы для защиты их от размыва водой или воздействия других факторов. Планировку поверхности насыпи и дна выемки выполняют автогрейдерами.

Перед началом планировки автогрейдером производят грубую планировку короткими проходами – срезают грунт в отдельных местах, наиболее отличающихся по своим отметкам от проектных. После этого проводят общую планировку сквозными проходками автогрейдера по всей длине захватки.

Планировку откосов насыпей и выемок выполняют и другими машинами: бульдозерами и автогрейдерами с откосниками, экскаваторами-

планировщиками (гидравлическими одноковшовыми экскаваторами с телескопической стрелой), экскаваторами-драглайнами с обычным ковшом или специальным двухотвальным планировщиком.

Пологие откосы насыпей с заложением 1:3 и более планируют автогрейдером при непосредственном движении по ним (рис. 1.6).

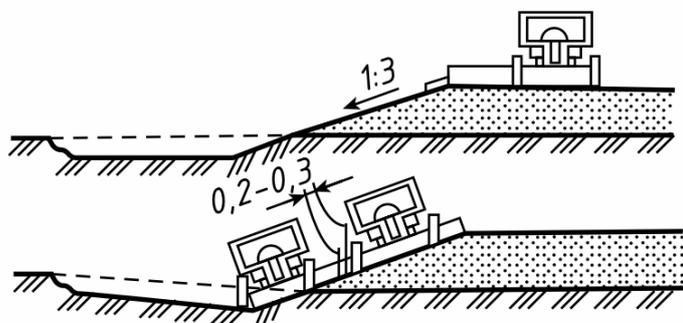


Рис. 1.6. Планировка автогрейдером пологих откосов

Пологие откосы с заложением 1:2 и более можно планировать бульдозером при движении непосредственно по откосу перпендикулярно оси дороги сверху вниз. Крутые откосы с заложением менее 1:3 планируют автогрейдером или бульдозером, оборудованным удлинителем ножа с выносом его в сторону (рис. 1.7).

Откосы высоких насыпей и глубоких выемок планируют с помощью экскаваторов. При насыпях до 5–7 м целесообразно применять экскаватор-планировщик с телескопической стрелой (рис. 1.8), при большей высоте насыпей (до 14 м) – экскаватор с двухотвальным планировщиком или драглайн с обычным ковшом. Планировку экскаваторами-планировщиками производят с верхней и нижней стоянок, экскаватором-драглайном – только с верхней стоянки.

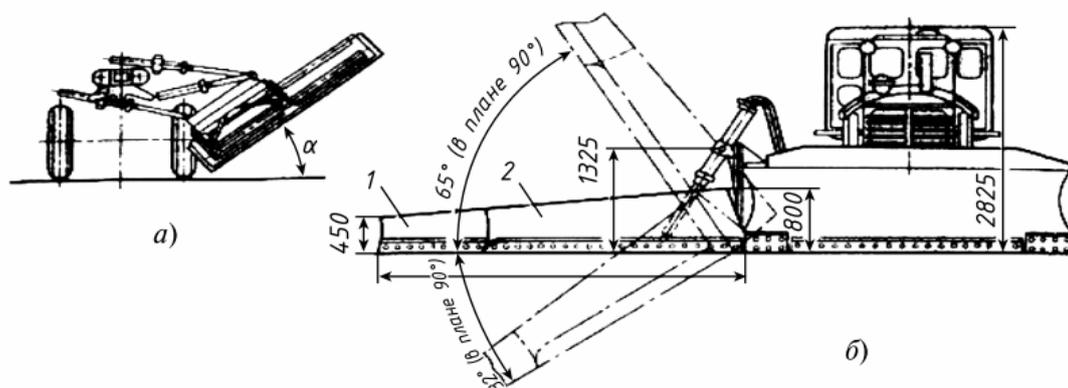


Рис. 1.7. Оборудование бульдозера и автогрейдера для планировки крутых откосов:

а – вынос ножа автогрейдера в сторону; б – удлинитель отвала бульдозера; 1 и 2 – секции удлинителя;  $\alpha$  – угол, соответствующий уклону откоса

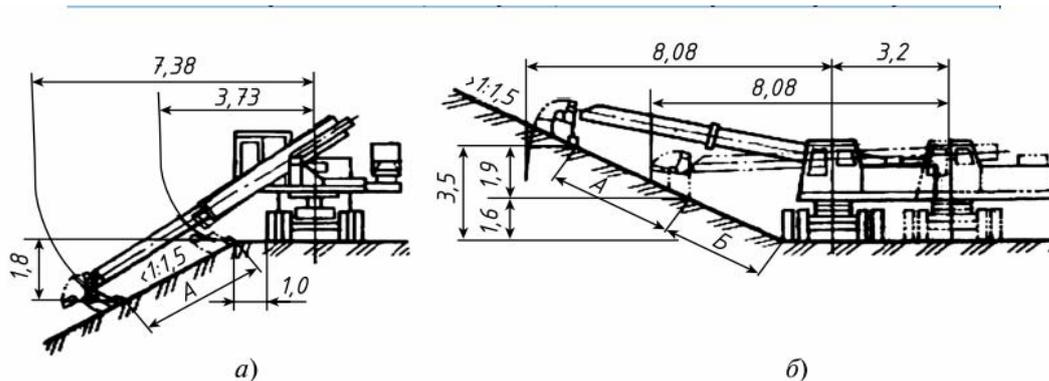


Рис. 1.8. Планировка откосов экскаватором-планировщиком с телескопической стрелой:  
 а – планировка верхней части откоса; б – планировка нижней части откоса;  
 А – первая зона планировки; Б – вторая зона планировки

При более глубоких выемках или более высоких насыпях планировку откосов производят по ярусам, разделяемым полками шириной не менее 5 м, по которым и перемещаются экскаваторы.

При планировке откосов осуществляют контроль за ровностью поверхности и соблюдением необходимого уклона откоса. Для этого применяют переносные откосные лекала различных конструкций.

### 1.2.5. Укрепление земляного полотна

Откосы земляного полотна под влиянием ветра, воды, промерзания и оттаивания могут получать повреждения.

Способы укрепления откосов земляного полотна различны. Их выбирают с учетом размеров и уклонов откосов, погодных-климатических и гидрогеологических условий района, свойств грунтов и других факторов. Простейшим укреплением является создание на поверхности откосов растительного травяного покрова. В отдельных случаях откосы укрепляют посадкой деревьев и кустарника. Весьма распространено укрепление геосинтетическими решетками, а также слоями грунта, обработанного вяжущим. Дорогим, но надежным способом является укрепление бетонными плитками и решетками из железобетонных элементов.

Наиболее распространенным и экономичным типом укрепления является создание дернового покрова путем посева трав. Этот вид укрепления часто сочетается с устройством решетчатого укрепления из сборных железобетонных элементов. Такую конструкцию обычно применяют для укрепления откосов глубоких выемок и высоких насыпей. Создание сплошных защитных слоев из сборного или монолитного железобетона применяют обычно на пойменных участках, на подходах к мостам. В горных условиях укрепление откосов из скальных выветривающихся грунтов производят с помощью бетона по методу пневмонабрызга. Откосы насы-

пей и выемок при глинистых или песчаных грунтах в горных условиях часто укрепляют укладкой на них каменного материала различной толщины или крупным штучным камнем.

**Укрепление откосов созданием дернового покрова** может быть осуществлено двумя способами: механизированным или гидропосевом трав по слою растительного грунта, уложенного на откосах; гидропосевом трав без предварительного создания растительного слоя на откосах.

При первом способе на откос укладывают растительный грунт слоем 10–15 см, а затем производят посев трав. Гидропосев возможен без создания растительного слоя на откосах. При этом применяют смесь, состоящую из семян трав, минеральных удобрений, мульчирующего материала, пленкообразующего компонента и воды. Мульчирующий (измельченная солома, опилки) и пленкообразующий (битумная эмульсия или латекс) материалы создают на откосе благоприятные условия для роста и развития трав и предохраняют откос от водной и ветровой эрозии.

Состав смеси семян трав подбирают из различных сортов с учетом климатических условий района. Посев трав возможен с ранней весны до поздней осени. При засушливой погоде применяют искусственное увлажнение.

Для гидропосева применяют специальные машины, состоящие из цистерны с лопастной мешалкой, насоса, шлангов и гидромонитора для разбрызгивания смеси по откосу. Смесь распределяют по откосу при движении машины вдоль нижней или верхней частей откоса. Как правило, распределение смеси производят за несколько проходов гидросеялки на одной захватке, чтобы избежать стекания рабочей смеси с откоса.

Если грунт откоса сухой, то его предварительно увлажняют. Производительность работы гидросеялки в среднем составляет около 4000 м<sup>2</sup> за смену и зависит от величины откосов, расстояния между объектом работ и базой заправки. Распределение растительного грунта на откосах земляного полотна с рабочими откосами до 3,5 м можно выполнять автогрейдерами или бульдозерами, оборудованными откосниками. При больших отметках растительный грунт распределяют экскаватором-драглайном.

В зависимости от местных условий при рабочих отметках земляного полотна до 8 м растительный грунт распределяют с нижних или верхних стоянок экскаватора. Грунт забирают ковшом из заготовленных заранее валов, расположенных вдоль бровки или подошвы откоса. Разравнивание растительного грунта на откосе после его распределения экскаватором-драглайном производят экскаватором-планировщиком.

**Укрепление откосов из сборных железобетонных элементов** с образованием решетчатой конструкции производят в следующей технологической последовательности: подготовка откосов – планировка и уплотнение; устройство бетонного упора у подошвы откоса; монтаж железобе-

тонных элементов решетчатой конструкции; заполнение клеток растительным грунтом с посевом трав (клетки могут быть заполнены также щебнем или гравием).

Монтаж решетчатой конструкции укрепления из сборных элементов осуществляют снизу вверх. Подачу деталей производят краном; места стыковки омоноличивают; грунт, гравий или щебень для заполнения ячеек подают также краном, оборудованным грейферным ковшом. Перед началом монтажа сборных элементов выполняют разбивку для закрепления осевых линий разбивочными колышками.

Кроме сборных решетчатых конструкций для укрепления неподтопляемых откосов применяют укладку гравия или щебня слоем 10–15 см. После распределения и разравнивания этого материала на откосе производят его уплотнение с помощью площадочных вибраторов или катком, монтируемым на тросах к экскаватору-драглайну.

**Укрепление скальных откосов** в выемках и полувыемках, подверженных естественному разрушению (выветриванию), выполняют методом пневмонабрызга бетон-шприц-машиной. При этом способе на поверхность откоса с помощью сжатого воздуха распределяют известковогипсовую, цементогрунтовую, цементопесчаную или цементобетонную смесь. Пневморазбрызг позволяет укладывать смеси без опалубки и не требует последующего уплотнения смеси. Толщина наносимого слоя зависит от прочности породы и характера воздействия атмосферных факторов.

Применяют следующие конструкции: облегченные – толщиной 25 мм; средние – 40–60 мм; усиленные – до 100 мм (с металлической сеткой); мощные – 100 мм и более с металлической сеткой и закреплением анкерами. Технология работ включает подготовительные работы, нанесение смеси на откос, уход за покрытием. Подготовительные работы состоят из приготовления смесей и подготовки самого откоса. Поверхность укрепляемого откоса планируют, удаляя отдельные крупные включения. У подошвы откоса укладывают выравнивающий или упорный слой из бетона или бутобетона. Отдельные крупные углубления на откосах также заделывают этими материалами. Если конструкция укрепления предусматривает применение металлической сетки (арматуры), то ее навешивают на откос и закрепляют анкерами. Анкеры забивают в породу или в деревянные пробки, которые вставляют в пробуренные скважины и заделывают цементным раствором. Перед нанесением на откос смеси его предварительно увлажняют.

Сухую смесь проектного состава приготавливают в стационарных смесителях и транспортируют к месту производства работ автомобилями-самосвалами. Возможно приготовление сухой смеси в передвижной бетономешалке непосредственно на месте работ.

**Укрепление песчаных откосов насыпей** в засушливых районах производят путем создания на них покрытия из щебня, гравия, грунта, обработанного вяжущими материалами, или глинистого грунта. Щебень (гравий) распределяют по откосу слоем 0,10–0,15 м. В основании откоса материал распределяют на ширину 1 м для создания упора.

Для укрепления песчаных грунтов применяют органические вяжущие материалы – битум, битумные эмульсии, нефтяные остатки и отходы промышленности. Откосы обрабатывают путем розлива вяжущих или распределения по откосу предварительно приготовленной смеси из обработанного грунта.

**Укрепление откосов каменной наброской** производят для защиты их от размыва и подмыва текущей водой и разрушающего действия волн. Благодаря простоте осуществления, надежности и большим срокам службы защита откосов каменной наброской является распространенным типом укрепления. Для этого применяют различный по минералогическому составу и размерам камень, обладающий морозостойкостью не менее  $M_{рз}$  100–150. Толщину наброски принимают равной двум-трем размерам наибольших камней.

**Укрепление откосов бетонными покрытиями** служит для защиты их от воздействия течения воды, ударов волн и ледохода. Применяют различные конструкции – начиная от облегченных сборных плит размерами 1,00×1,00×0,16 м до монолитного бетонного покрытия толщиной до 0,3 м. Все типы бетонных покрытий укладывают на слой щебня или гравия толщиной 0,1–0,2 м. В нижней части откоса у основания насыпи делают бетонный упор из сборных бетонных элементов или монолитного бетона. Иногда вместо бетонного упора отсыпают каменную упорную призму (рисберму), а при укреплении подтопленного откоса предварительно отсыпают берму из камня до отметки на 0,25 м выше уровня воды (в период строительства). Мелкие бетонные плиты укладывают на откосах без соединения друг с другом, крупные железобетонные плиты соединяют металлическими хомутами (по одному на каждую сторону), создающими шарнирное соединение, а также путем сварки выпусков арматуры или специальных закладных деталей.

Покрытия из наиболее крупных плит омоноличивают для создания отдельных карт, разделенных температурными швами. Подачу материалов и плит на откосы производят с помощью кранов, устанавливаемых у подошвы насыпи, на берме или обочине. Материалы и плиты вывозят заблаговременно и складывают вдоль укрепляемого откоса. Плиты укладывают снизу вверх на выровненное и уплотненное основание. Для уплотнения применяют виброплощадки.

Важными мероприятиями по укреплению земляного полотна и обеспечению его сохранности и работы дороги в районах действующих

оврагов являются их укрепление и попутно использование. Овраги – разновидность эрозии земли, приводящей часто к большим разрушениям и потерям полезной сельскохозяйственной территории. Существуют различные способы борьбы с оврагами путем их закрепления, а также проведения дорог по овражистым территориям с одновременным их использованием. Способы закрепления оврагов устанавливают в проектах на основании детальных изысканий.

#### 1.2.6. Особенности организации работ по возведению земляного полотна

Основной задачей организации работ является распределение ресурсов в пространстве и времени. При проектировании организации строительства земляного полотна устанавливают время и место выполнения работ, определяют потребность в дорожно-строительных машинах, материалах, рабочих и транспортных средствах; устанавливают конкретные сроки выполнения земляных работ на каждом участке дороги, рассчитывают необходимое количество дорожных машин и численность рабочих, потребность в транспортных средствах на каждый день работы; составляют схему размещения и взаимодействия машин непосредственно на объектах работ.

Организацию земляных работ рассматривают в увязке с выполнением смежных работ – строительством мостов, водопропускных труб, дорожной одежды, производственных предприятий, зданий для дорожно-эксплуатационной службы и обслуживания транспорта. При строительстве земляного полотна, как и автомобильной дороги в целом, применяют два способа организации: поточный и участковый (иначе его называют последовательным, или циклическим).

При организации строительства **по поточному способу** для выполнения земляных работ создают подразделения (бригады или отряды), специализированные по видам земляных работ: отряды для выполнения сосредоточенных и линейных земляных работ; отряды для строительства земляного полотна на участках с особыми условиями, например на участках болот; отряды по отделочным и укрепительным работам. Специализированные отряды отличаются друг от друга по составу машин, так как каждый из них комплектуют машинами, наиболее подходящими для работ, которые должен выполнять данный специализированный отряд.

В связи с тем что объем земляных работ по длине строящейся дороги изменяется в зависимости от высоты насыпей и глубины выемок, такая характеристика потока, как скорость (или темп), выражается не в единицах длины, а в объемах земляных работ, выполняемых за одну смену. Эту характеристику принято называть сменным объемом. Принцип поточной организации сохраняется и во внутренней структуре отрядов и бригад. Звенья, из которых состоят бригады или отряды, также являются специа-

лизированными, и каждое выполняет определенные технологические процессы. Производительность работы звеньев согласовывают, поскольку каждое из них готовит фронт работ для последующего, за исключением последнего, отделочного звена, которое завершает работу. Производительность работы последнего звена также должна соответствовать темпу работы отряда (бригады). Иногда это звено выполняет отделочные работы на нескольких участках попеременно вслед за выполнением работ разными специализированными отрядами. Схемы организации работ (схемы потоков), которые входят в состав технологических карт, фактически представляют собой частные потоки по возведению земляного полотна.

**При участковом способе** организации земляных работ все работы на выделенном участке ведут одним механизированным отрядом, включающим различные машины для выполнения всех технологических процессов. Работа этих машин организована посредством объединения в звенья в соответствии с характером и видом этих процессов. Принято выделять звенья по разработке, транспортированию, укладке и уплотнению грунта. Принципиальные положения общей организации работ по строительству автомобильной дороги и организации выполнения каждого строительного процесса приводят в проектах организации строительства и производства работ.

**Проект организации строительства** является частью общего проекта на строительство или реконструкцию дороги, его разрабатывает проектная организация наряду с проектированием других разделов проекта.

**Проект производства работ** составляет строительная организация. Этот проект является дополнением к проекту организации строительства, в котором на основании общих принципов организации работ данного объекта разработана детальная организация работ, учитывающая конкретные условия работ на каждом отдельном участке.

Значительное место в проекте производства работ занимают вопросы взаимодействия и технологической последовательности частных потоков, выполняемых отрядами, бригадами, звеньями и отдельными машинами. При разработке проектов производства работ выполняют дополнительные обследования района строительства для уточнения источников получения грунта, их состояния, условий разработки и возможности прокладки временных дорог. По результатам обследования вносят изменения в принятые проектные решения. Однако основные положения проекта организации строительства (срок строительства, направление продвижения строительных работ, размещение производственных предприятий, порядок и условия материально-технического снабжения) остаются неизменными. Необходимые изменения проекта согласовывают с проектной организацией, составившей проект организации строительства, и с организацией, его утвердившей.

## 1.3. Устройство дорожной одежды

### 1.3.1. Классификация дорожных одежд

Дорожная одежда является наиболее важной и дорогостоящей частью автомобильной дороги. Ее назначение – круглогодичный, безопасный и комфортный пропуск транспортного потока с заданной скоростью. Дорожная одежда должна быть прочной и обеспечивать в течение нормативного срока службы допускаемые прогибы от воздействия автомобильной нагрузки в широком диапазоне положительных и отрицательных температур. Материалы для конструктивных слоев, их количество и толщину следует назначать исходя из недопустимости деформаций сдвига в грунте земляного полотна или дренирующего (теплоизолирующего) слоя и критических растягивающих напряжений в монолитных слоях.

С целью уменьшения прогиба от нагрузки и повышения сдвигоустойчивости покрытия в плоскости раздела с основанием все монолитные конструктивные слои в процессе строительства должны быть склеены между собой. Возникающие в дорожной одежде вертикальные и горизонтальные

Напряжения от автомобилей затухают с глубиной. Это позволяет конструировать ее из нескольких слоев, различных по прочности, в соответствии с величинами и видами усилий, действующих на каждый слой. Покрытие, непосредственно воспринимающее воздействие колес автомобилей и природных факторов, должно быть наиболее прочным, износо- и термостойким, водонепроницаемым, ровным и шероховатым для обеспечения безопасного движения автомобилей с расчетной скоростью, обеспечивать транспортно-эксплуатационные качества автомобильной дороги во все периоды года при различных погоде и температуре воздуха.

Толщина покрытия при эксплуатации дороги снижается из-за износа, поэтому ее периодически восстанавливают путем устройства сверху слоев износа.

Классификация дорожных одежд по типам покрытий приведена в табл. 1.1.

Конструкцию дорожной одежды необходимо назначать с учетом специфики работы слоя основания. Основания, устраиваемые из цементобетона и материалов, укрепленных минеральными вяжущими, обладают высокой прочностью, ровностью, долговечностью. Однако в покрытиях из асфальтобетона или битумо-минеральных смесей, укладываемых на такие основания, возникают трещины, копирующие швы или трещины основания. Эти трещины, являющиеся следствием температурного деформирования основания в осенне-зимний период, принято называть отраженными. Для уменьшения количества отраженных трещин применяют специальные конструктивные и техно-логические решения, наиболее эффективными из них являются фрагментирование жесткого (полужесткого)

основания и устройство трещинопрерывающих прослоек между слоями основания и покрытия.

Т а б л и ц а 1.1

Классификация дорожных одежд по типам покрытий

Тип дорожных одежд	Виды покрытий, материалы и способы устройства
Капитальные	Усовершенствованные покрытия из цементобетонных и горячих асфальтобетонных смесей
Облегченные	Из горячих и холодных асфальтобетонных смесей Из органоминеральных смесей с жидкими органическими вяжущими, в том числе совместно с минеральными вяжущими Из органоминеральных смесей с вязкими битумами, в том числе эмульгированными, а также совместно с минеральными вяжущими Из каменных материалов и грунтов, обработанных битумами по способу смешения на дороге или пропитки Из черного щебня, приготовленного в установке и уложенного по способу заклинки Из пористой и высокопористой асфальтобетонной смеси с поверхностной обработкой Мостовые из брусчатки, шашки, плит, блоков Комбинированные покрытия Из цементобетонных смесей
Переходные	Из щебня прочных пород, устроенных по способу заклинки, или из оптимальных по гранулометрии щебеночно-песчаных смесей Из грунтов и малопрочных каменных материалов, укрепленных вяжущими Мостовые из булыжного и колотого камня Из песчано-гравийных смесей
Низшие	Из щебеночно-гравийно-песчаных смесей Из малопрочных каменных материалов, отходов промышленности Из грунтов, укрепленных или улучшенных различными местными материалами Из древесины

Основания из щебеночных и гравийных материалов, не обработанных вяжущими, устраиваемые под покрытия из асфальтобетонных и органоминеральных смесей, должны быть минимально деформируемы под воздействием нагрузок и природных факторов во избежание образования трещин и разрушения покрытий. В этих случаях модуль упругости основания должен быть таким, чтобы изгибающие напряжения в покрытии не превосходили допускаемых напряжений с учетом повторных нагрузок.

Для увеличения срока службы дорожной конструкции и уменьшения ее толщины целесообразно щебеночные, гравийные смеси и грунты, используемые в качестве оснований, обрабатывать вяжущими материалами. Лучшие результаты обеспечивают комплексные методы обработки материалов (двумя вяжущими или вяжущим в сочетании с ПАВ). При строительстве дорожной одежды с бескорытным профилем самый нижний слой основания (чаще всего дренирующий) устраивают на всю ширину земляного полотна. Все последующие слои оснований делают шире на 15–25 см с каждой стороны по отношению к вышележащему слою. За счет этого обеспечивается большая устойчивость конструкции и ее надежность. Перед устройством слоев оснований проводят работы по подготовке земляного полотна, так как по нему осуществляется движение строительного транспорта, что вызывает образование колеи и нарушение ровности поверхности. В связи с этим проводят планировочные работы, придавая земляному полотну требуемый поперечный уклон, доуплотняют, а иногда и укрепляют верхнюю его часть. Грунт земляного полотна необходимо укреплять в случаях, когда он обладает невысоким модулем упругости и значительно ухудшает физикомеханические свойства при воздействии воды. Укрепляют грунт путем введения в него минеральных добавок в виде песка, шлака, отходов камнедробления. При отсыпке насыпи из глинистых грунтов хороший эффект достигается при обработке их стабилизаторами на кислотной основе.

Работы по планировке земляного полотна проводят автогрейдерами, когда грунт подсохнет и достигнет оптимальной влажности.

Уплотнение производят пневмошинными катками массой 16–30 т. При укреплении верхней части земляного полотна грунт с минеральными добавками или стабилизатором перемешивают фрезой или автогрейдером, оптимально увлажняют, после чего разравнивают и уплотняют пневмошинными или комбинированными катками (пневмо + вибро). При необходимости одновременно с этими работами строят подъездные дороги и разворотные площадки для возможности маневрирования строительной техники на узком земляном полотне.

### 1.3.2. Строительство дополнительных слоев оснований

Дополнительными слоями оснований называют слои, размещаемые непосредственно на земляном полотне. Строительство дополнительного слоя производят при необходимости обеспечения требуемой по расчету прочности или морозостойкости дорожной одежды, а также для осушения верхней части земляного полотна и дорожной одежды или предохранения земляного полотна от глубокого промерзания.

Эти слои являются связующими между основными несущими слоями дорожной одежды и верхней частью земляного полотна. Они позволяют в

ряде случаев исправить недостатки в конструкции земляного полотна. В связи с этим дополнительные слои основания в любое время года должны противостоять переувлажнению и хорошо сопротивляться сдвигу. В случае строительства дополнительных слоев из минеральных материалов и грунтов, укрепленных вяжущими, они должны обладать достаточной сопротивляемостью растяжению при изгибе.

В зависимости от назначения подстилающего слоя они могут быть подстилающими, теплоизолирующими и дренирующими.

**Подстилающие слои** применяют в целях достижения требуемой прочности или морозостойкости дорожной одежды. В этом случае сокращается расход прочных и дорогостоящих материалов, так как можно использовать местные, менее прочные материалы в виде песка и минеральных отходов промышленности.

Толщину подстилающего слоя определяют из условия, что будет обеспечена требуемая прочность всей дорожной одежде. Подстилающий слой строят на ширину земляного полотна, если преследуют цель одновременно использовать его в качестве дренирующего. Подстилающий слой может быть многослойным, если необходимо обеспечить морозостойкость дорожной одежды, конструкция которой обеспечивает требуемую прочность.

Строительство подстилающего слоя состоит из следующих рабочих операций: подвозки материала на земляное полотно; распределения его бульдозером, автогрейдером или распределителем; увлажнения до оптимальной влажности и уплотнения катками. Строительство последующих слоев (при необходимости) состоит из тех же операций. Толщину укладываемого слоя устанавливают в зависимости от используемых средств уплотнения.

**Теплоизолирующие слои** применяют в целях улучшения воднотеплового режима за счет уменьшения глубины промерзания земляного полотна, чем достигают снижения капиллярного поднятия воды и уменьшения переувлажнения верхней части земляного полотна.

Одновременно со снижением глубины промерзания уменьшается требуемая толщина дорожной одежды, что дает экономию дорожно-строительных материалов. Для теплоизолирующих слоев применяют как распространенные, так и специальные теплоизолирующие материалы. Специальный материал для теплоизолирующих слоев должен не подвергаться воздействию микроорганизмов, обладать низкой теплопроводностью, незначительной сжимаемостью, однородностью, малой водонасыщаемостью (не более 10 %), которая не изменяется в течение срока службы дорожной одежды. Кроме того, материал должен быть недорогим и технологичным. Этим требованиям отвечают: полистирол с плотностью 30–60 кг/м<sup>3</sup>; пено-

и газобетон; пенослой, получаемый путем вспучивания смол, например полиуретановых или фенолформальдегидных.

Для теплоизолирующих слоев пригодны легкие цементобетоны с заполнителем из стиропора, керамзита, вспученного полистирола, а также смеси на основе тех же заполнителей, обработанных органическими вяжущими.

Жесткие пенопласты, пено- и газобетоны используют в виде готовых плит. Большинство других перечисленных материалов входит в состав смесей на основе цементов и органических вяжущих. Гранулированный заполнитель в передвижных бетономешалках перемешивают с цементом и минеральными материалами. Полученную смесь укладывают бетоноукладочными машинами на синтетическую пленку и уплотняют легкими катками.

Толщина теплоизолирующих слоев зависит от коэффициентов теплопроводности слоев дорожной одежды, лежащих на них. С уменьшением плотности теплоизоляционного материала снижается его теплопроводность, что позволяет снизить толщину слоя. Наилучшими теплозащитными свойствами характеризуются золошлаковые смеси, укрепленные цементом; грунты, укрепленные гранулированными доменными шлаками, и укрепленные грунты с добавками легких заполнителей.

**Дренирующие слои** из песка впервые были применены на дорогах России в XIX в. при строительстве щебеночных и гравийных покрытий. Поскольку дорожную одежду устраивали в корыте для отвода воды, из дренирующего слоя под обочинами делали поперечные воронки, заполненные песком.

В настоящее время дренирующий слой устраивают по типу объемного поглотителя (рис. 1.9) или на всю ширину земляного полотна (рис. 1.10). Дренирующий слой по принципу объемного поглощения строят в тех случаях, когда вся поступающая в слой вода может разместиться в его порах.

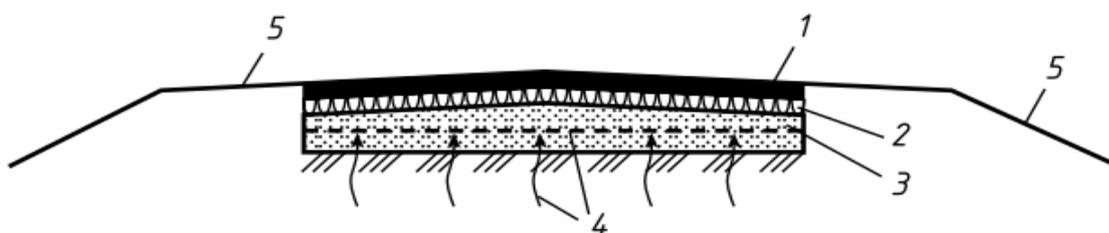


Рис. 1.9. Дренирующий слой по типу объемного поглотителя:  
1 – покрытие; 2 – основание; 3 – дренирующий слой; 4 – капиллярная вода;  
5 – растительный грунт

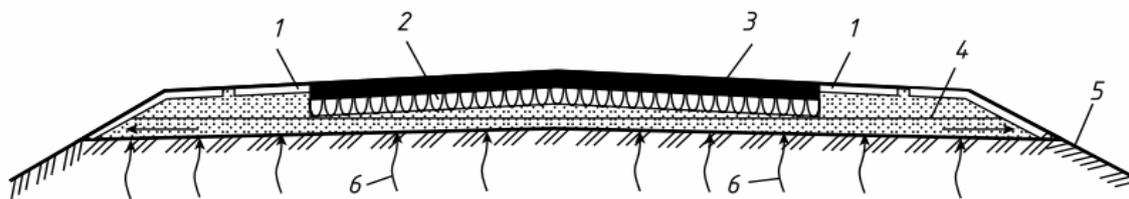


Рис. 1.10. Дренарующий слой на всю ширину земляного полотна:  
 1 – укрепленные обочины; 2 – основание; 3 – покрытие; 4 – дренарующий слой;  
 5 – растительный грунт; 6 – капиллярная вода

Эти слои располагают только под дорожной одеждой без устройства из них выпусков. После наступления жаркой погоды вода просачивается к грунтовым водам. Вода в дренарующем слое с некоторым запасом его по толщине на высоту капиллярного поднятия не оказывает вредного воздействия на дорожную одежду.

Для снижения толщины дренарующего слоя и обеспечения выхода воды из него целесообразно устраивать дренарующие слои на всю ширину земляного полотна. В этих случаях очень важно обеспечить земляному полотну требуемый поперечный уклон.

Наиболее распространенным материалом для дренарующих слоев является песок. Чем крупнее песок и меньше в нем пылеато-глинистых частиц, тем выше его фильтрующие и водоотводящие свойства. Для дренарующих слоев желательны пески с коэффициентом фильтрации не менее 3 м/сут, гравий, шлак, щебень, которые обладают большой прочностью и коэффициентом фильтрации. Из них можно строить дренажные слои меньшей толщины.

Крупнозернистые материалы особенно целесообразны, потому что имеют больший модуль упругости, чем песок, и слой из них может удовлетворять требованию подстилающего и теплоизолирующего слоев. Строительство дренарующих слоев состоит из следующих рабочих операций: доставки материала автомобилями-самосвалами и высыпания его в кучи на земляное полотно, что препятствует высыханию материала в жаркую погоду; разравнивания материала автогрейдером путем круговых проходов после вывоза всего материала на захватку или бульдозером сразу же после доставки каждой его партии; увлажнения материала до оптимальной влажности и уплотнения пневмоколесными или комбинированными катками.

Очень важно достичь максимальной плотности материала в дренарующем слое во избежание возможных неоднородных по площади просадок дорожной одежды. Требуемую плотность материала определяют по методу стандартного уплотнения. При уплотнении следят за сохранением в

материале оптимальной влажности. В жаркие солнечные дни расход воды увеличивают.

Песчаные дренирующие слои постепенно заиливаются мелкоземом под действием капиллярного поднятия воды. Возможно их заиливание сверху при проникании воды через грунтовую обочину. Заиливание и переувлажнение песчаного дренирующего слоя приводят к потере им несущей способности и образованию деформаций на покрытии. Это вызывает необходимость укладывать сверху и снизу песчаных дренирующих слоев противозаиливающие слои из зернистых материалов.

Во II и III дорожно-климатических зонах при первом и втором типе увлажнения вместо специальных дренирующих слоев на земляном полотне допустимо устройство слоев из грунтов или местных материалов, укрепленных вяжущими. Опыт показывает, что в случае устройства дорожных одежд из укрепленных материалов влажность земляного полотна за счет уменьшения капиллярного поднятия снижается на 8–10 %. Этому способствуют также повышенное уплотнение грунтов верхней части земляного полотна, улучшение их путем оптимизации гранулометрического состава и обработки стабилизаторами. В результате отказа от песчаного дренирующего слоя и экономии в привозных материалах затраты на устройство дорожной одежды могут снизиться на 10–15 %.

В настоящее время значительное распространение в дорожном строительстве получили синтетические материалы. При строительстве земляного полотна и дренирующих слоев их успешно применяют для ускорения отвода воды и уменьшения ее притока. При этом синтетический материал выполняет функции армирования, что позволяет снизить толщину дренирующего слоя.

### 1.3.3. Технология работ по устройству слоев из асфальтобетонных смесей

**Подготовительные работы.** Слой дорожной одежды под укладку асфальтобетонной смеси должен быть ровным, качественно уплотненным. Его следует очистить от пыли и грязи, затем произвести розлив вяжущего (битумной эмульсии или жидкого битума). Лучшим вяжущим для обеспечения качественного сцепления между слоями является катионная битумная эмульсия ЭБК-1 или ЭБК-1, расход которой составляет 0,6–0,9 л/м<sup>2</sup> – на щебеночное основание и 0,3–0,4 л/м<sup>2</sup> – на слой асфальтобетона (при обработке нижнего слоя). После распада эмульсии на основании должна образовываться сплошная тонкая битумная пленка, обеспечивающая хорошее сцепление между слоями дорожной одежды. В автогудронаторах последнего поколения равномерное нанесение битумной эмульсии обеспечено за счет трехкратного перекрытия слоев эмульсии при ее распределении под давлением.

Правильная настройка автогудронатора показана на рис. 1.11. В каждую точку слоя эмульсия попадает из трех форсунок. Перед проходом асфальтоукладчика устанавливают упорные брусья и автоматическую следящую систему, обеспечивающую получение заданного продольного профиля.



Рис. 1.11. Нанесение битумной эмульсии:  
1 – слой под укладку смеси; 2 – линейка для распределения вяжущего;  
3 – распыление битумной эмульсии; 4 – сплошная пленка вяжущего

**Подготовка самосвалов под транспортирование асфальтобетонных смесей.** Транспортирование асфальтобетонных смесей к месту укладки производят автосамосвалами с максимально возможной грузоподъемностью. Поставка смеси на объект должна осуществляться строго по графику. Дальность транспортирования желательна ограничить во избежание расслоения смеси и ее охлаждения. Машину для транспортирования асфальтобетонной смеси оснащают системой обогрева кузова и брезентовым теплоизоляционным укрытием. Перед погрузкой кузов смазывают мыльным раствором. Для исключения расслоения смеси при выгрузке из смесителя разработана специальная схема загрузки смесей: сначала выгружают смесь в переднюю часть кузова, затем в заднюю и только после этого – в среднюю. При емкости кузова самосвала более 15 т можно загружать кузов за пять приемов.

**Подготовка асфальтоукладчика.** Укладку асфальтобетонной смеси производят асфальтоукладчиком, который способен распределять смесь и частично уплотнять слой. Смесь из кузова самосвала поступает в бункер. Далее по системе транспортеров она подается на поперечный распределительный шнек, а затем укладывается в слой и уплотняется рабочей плитой. Рабочая плита выравнивает и предварительно уплотняет асфальтобетонную смесь. Распределительный шнек равномерно распределяет смесь на всю ширину полосы укладки.

Плавающая рабочая плита, подвешенная в центре тяжести, позволяет создавать ровную поверхность, обеспечивая требуемую толщину слоя. Регулятор продольного уклона автоматически поддерживает уровень поверхности относительно эталонной, например, с помощью лыжи или копирной струны.

Между подошвой плиты и основанием слоя образуется угол  $\varphi$  (рис. 1.12). Этот угол принято называть углом атаки. Угол атаки может быть изменен поднятием или снижением уровня точек крепления плиты.

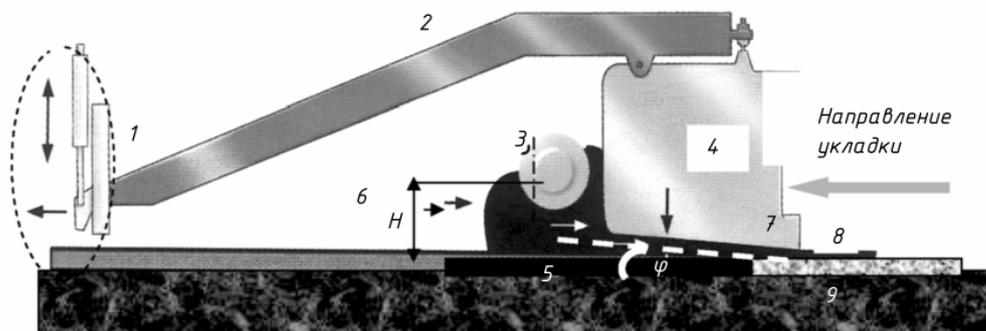


Рис. 1.12. Выглаживающая (рабочая) плита:  
 1 – узел подвески плиты; 2 – рама; 3 – поперечный шнек-распределитель;  
 4 – рабочая плита; 5 – асфальтобетонная смесь; 6 – напор смеси ( $H$ );  
 7 – изменение положения плиты под напором смеси; 8 – уложенный слой;  
 9 – слой основания

Требуемая ровность слоя достигается при равновесном состоянии всех сил, действующих на плиту.

На рис. 1.12 приведена принципиальная схема работы выглаживающей плиты. Выглаживающая плита укладчика может иметь постоянную ширину или быть раздвижной. Эта конструкция позволяет изменять ширину укладки в процессе работы без остановки. При укладке слоя большой ширины (9,0 м и более) требуются надежные направляющая и поддерживающая системы (рис. 1.13). Ходовая часть укладчика может быть колесной или гусеничной.

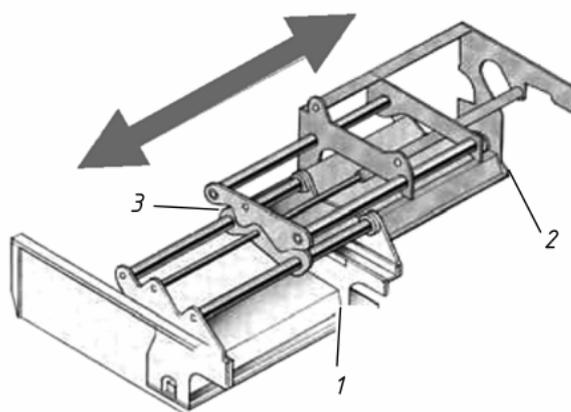


Рис. 1.13. Раздвижная рабочая плита:  
 1 – основная часть плиты; 2 – раздвижные телескопические плиты;  
 3 – направляющая и поддерживающая системы

Рабочую плиту оснащают трамбуемым или вибрационным механизмом либо обоими механизмами. Вес плиты и контактная площадь имеют большое значение при предварительном уплотнении. Тяжелые плиты применяют при укладке жестких смесей, а легкие – при укладке пластичных.

Для получения ровного и однородного покрытия скорость укладчика должна быть постоянной, движение – без остановок. При укладке жестких смесей скорость движения укладчика назначают минимальной в пределах 2–4 м/мин. Увеличение скорости движения уменьшает количество ударов трамбуемого бруса на единицу поверхности слоя, снижая однородность и степень уплотнения.

Последовательность выполнения работ:

- установить рабочую плиту на заданную толщину слоя;
- задать выглаживающей плите угол атаки в 2–3°;
- настроить автоматическую систему обеспечения ровности слоя;
- прогреть выглаживающую плиту.

Асфальтоукладчики последнего поколения позволяют проводить предварительное уплотнение слоя с коэффициентом уплотнения  $K_y = 0,93–0,97$  (по некоторым данным и  $K_y = 0,99$ ). После укладчика необходимо использование катков для уплотнения асфальтобетонного слоя.

Работы по укладке асфальтобетонной смеси проводят в сухую погоду при температуре воздуха не ниже 5 °С, а осенью – не ниже 10 °С.

Разгрузку самосвалов производят плавно, без рывков, постепенно высыпая смесь в бункер укладчика. Применение перегружателей позволяет уменьшить время на выгрузку смеси и исключает вероятность удара падающей смеси о приемный бункер укладчика, а также толчок укладчика самосвалом, что способствует повышению ровности покрытия и толщины слоя. Перегружатели последнего поколения, например «Шатл Багги», снабжены мешалкой для повышения однородности смеси перед подачей в укладчик без нагрева. Перегружатели позволяют повысить ровность и однородность асфальтобетонного слоя. Из-за высокой стоимости эти машины используются редко.

Температура горячей смеси в начале укладки должна быть не ниже, указанной в табл. 1.2.

Т а б л и ц а 1.2

Рекомендуемый диапазон температур асфальтобетонной смеси при укладке слоя

Толщина слоя, см	Минимальная температура горячей смеси при температуре воздуха, °С			
	+20	+15	+10	+5
До 5	125/135	130/140	135/145	140/150
5–10	Не ниже 120	120/125	125/130	130/135

П р и м е ч а н и е . Числитель – при скорости ветра до 6 м/с, знаменатель – при скорости ветра 6–13 м/с.

При работе укладчика не следует выработывать смесь в бункере полностью.

При скорости укладки больше 3–4 м/мин ухудшается ровность покрытий и повышается вероятность образования разрывов и трещин.

Укладку жестких смесей целесообразно вести с включенными трамбуемым брусом и виброплитой. Укладку пластичных смесей допускается вести при скорости укладчика 4–5 м/мин без включения трамбуемого механизма и при малом весе рабочей плиты.

Часто укладку осуществляют на всю ширину проезжей части не одним, а несколькими укладчиками, которые движутся с некоторым отставанием от ведущего. Разрыв составляет до 30 м. При этом сопряжение полос укладки выполняют по горячему слою.

Если при устройстве покрытия остается узкая полоса (например, на виражах или переходно-скоростных полосах), смесь на ней укладывают вручную одновременно с работой укладчика, чтобы можно было уплотнять слой сразу по всей ширине покрытия, избежав дополнительного продольного шва.

После прохода укладчика на поверхности слоя не должно быть дефектов в виде трещин, раковин, разрывов. Замеченные дефекты необходимо устранять до начала работы катков. В конце смены и при продолжительных перерывах в укладке (поломка оборудования, дождь) смесь в укладчике следует выработать полностью и устроить пандус для беспрепятственного проезда построечного транспорта.

**Уплотнение асфальтобетонных смесей при устройстве покрытий.** Уплотнение асфальтобетонных покрытий проводят отрядом катков, в который входят катки с гладкими стальными вальцами (чаще всего тандемные), катки вибрационного действия и пневмоколесные катки.

В состав отряда в обязательном порядке должна входить ручная трамбовка для уплотнения отдельных небольших участков асфальтобетонного слоя в недоступных для катков местах. Уплотняющее действие виброплиты прямо пропорционально ее весу и амплитуде вибрации.

Уплотнение свежеложенного асфальтобетонного слоя проводят от краев полосы укладки к середине, перекрывая следы от катка на 30 см.

Температурные режимы работ по укладке и уплотнению покрытий приведены в табл. 1.3.

Уплотняющее действие гладковальцовых катков зависит от веса катка, диаметра и количества ведущих вальцов. Легкие гладковальцовые катки движутся сразу за укладчиком и делают один-три прохода по следу. За ними движутся вибрационные катки (один-два прохода по следу). Тяжелые катки завершают уплотнение. Они развивают в контактной зоне очень высокое давление, что может вызвать дробление щебня (в тонких слоях из многощебенистых смесей).

Для предотвращения налипания смеси на валец в процессе укатки его орошают небольшим количеством воды равномерно по всей ширине вальца.

Т а б л и ц а 1.3

Интервалы рабочих температур смеси на отдельных этапах работ по уплотнению покрытия

Тип смеси	Температура асфальтобетонной смеси, °С, на этапах уплотнения					
	Предварительный конец		Основной		Окончательный	
	Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец
А	140...145	120...125	120...125	95...100	95...100	80...85
Б	125...130	105...110	105...110	85...90	85...90	70...75
В	115...120	100...105	100...105	80...85	80...85	60...65
Г	125...130	105...110	105...110	85...90	85...90	70...75
Д	105...110	85...90	85...90	70...75	70...75	55...60

Выбор типа катков для уплотнения конструктивных слоев зависит от степени предварительного уплотнения, а также от технологических свойств смеси (жесткая или пластичная).

Режимы работы катков (скорость перемещения, число проходов по одному следу) устанавливаются пробной укаткой. Пластичные горячие смеси уплотняют гладковальцовыми самоходными катками. Общее рекомендуемое количество проходов моторных катков с гладкими вальцами по одному следу в зависимости от типа смеси и погодных условий составляет: легких – два-четыре, тяжелых – 15–18. Уплотнение слоев из асфальтобетонных смесей типа «А» и модифицированных жестких смесей требует использования вибрационного катка. Первые проходы (один-три) по одному следу вибрационные катки делают с выключенным вибратором, последующие (один-четыре) – с включенным вибратором. После вибрационного катка необходимо дополнительное уплотнение слоя тяжелым катком с гладкими вальцами (6–10 проходов по одному следу).

**Самоходные катки на пневматических шинах** пригодны для уплотнения всех типов смесей. Важнейшими преимуществами этих катков являются большая глубина уплотнения, возможность регулирования контактного давления и высокая производительность. Катки на пневматических шинах работают с равномерным распределением напряжений в покрытии по глубине, что определяет эффективность их использования при укладке толстых слоев. Катки выпускаются массой от 7 до 30 т и оборудуются как гладкими, так и рисунчатыми протекторами. Многие модели катков позволяют регулировать давление в шинах в процессе работы, что дает возможность использовать их в режимах работы легкого и тяжелого катков.

Лучшие результаты дают катки с гладким протектором. В большинстве случаев катки на пневматических шинах используют на стадии промежуточной укатки после нескольких проходов легкого или среднего катка статического или вибрационного действия. Можно использовать такие катки на начальной и конечной стадиях уплотнения.

Чтобы избежать прилипания смеси к шинам катка, целесообразно осуществлять прогрев шин, особенно при работе на горячем слое. В этом случае скорость движения катка на пневматических шинах составляет 1,5–2 км/ч с дальнейшим повышением до 5–8 км/ч.

Уплотнение начинают немедленно после укладки смеси. При первых проходах катка сдвиг в уложенном слое недопустим (возникает при уплотнении пластичных смесей). Если замечен сдвиг слоя, уплотнение следует прекратить и возобновить после некоторого остывания смеси.

**Вибрационные катки** представляют собой tandemные катки с металлическими вальцами, из которых один, а чаще два вальца – вибрационные. Каток может работать с включенным или выключенным вибратором. Вибрационные катки целесообразно использовать на начальной стадии уплотнения (один-два прохода по следу) после проходов гладковальцового катка или катка на пневматических шинах (один-четыре прохода).

**Комбинированные катки** оснащены одним вибрационным вальцом. Второй валец может быть гладким металлическим или пневмоколесным. Такое сочетание вальцов делает эти катки наиболее универсальными. Следует особо отметить их высокую эффективность при уплотнении многощебенистых смесей без дробления щебня. В настоящее время применяют большую номенклатуру как отечественных, так и зарубежных моделей таких катков. Лучшего уплотнения комбинированный каток достигает при движении пневмошинным вальцом вперед со скоростью в начале работы не более 2 км/ч, а при последующих проходах – до 5 км/ч.

**Устройство поперечных и продольных швов сопряжений полос укладки.** Поперечные швы при укладке асфальтобетонных смесей снижают ровность слоя и производительность работ, а при эксплуатации являются источником разрушения слоя покрытия. Современная технология устройства асфальтобетонных покрытий требует минимального числа поперечных швов (при значительных перерывах в работе и в конце рабочей смены). Для устройства поперечного стыка асфальтоукладчик вырабатывает всю смесь полностью. При этом нарушается толщина слоя и его ровность. Технология устройства поперечного шва показана на рис. 1.14.

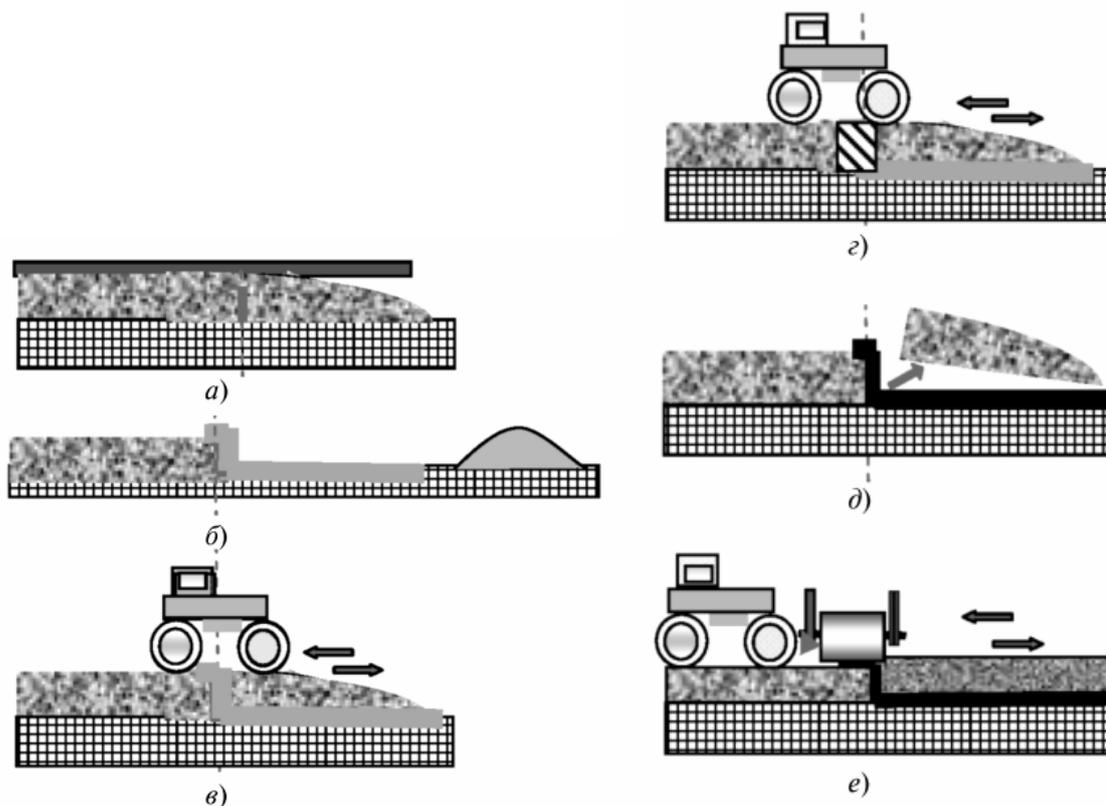


Рис. 1.14. Основные технологические этапы работ при устройстве поперечного стыка:

а – укладчик вырабатывает смесь полностью. После двух проходов катка проверяют ровность слоя под трехметровой рейкой; б – удаление неровной части в горячем слое, укладка парафинированной бумаги или присыпка песком зоны контакта пандуса с нижележащим слоем; в – возвращение смеси обратно и укатка слоя покрытия до требуемой плотности; г – то же, что и в, но с установкой упорного бруса; д – подготовка к укладке второй полосы, удаление временного пандуса и подгрунтовка поперечного шва; е – укладка новой полосы так же, как и в продольном шве, и уплотнение поперечного шва укаткой вначале вдоль шва, а затем вдоль полосы укладки

**Устройство продольного шва.** При невозможности укладки асфальтобетонного слоя на всю ширину дороги одним укладчиком применяют параллельную укладку слоя двумя или более укладчиками, идущими позади ведущего на расстоянии не более 30 м. Катки, работающие на первой полосе, не должны приближаться ближе 10–15 см к границе со второй полосой. Второй укладчик укладывает смесь внахлест на первую полосу, а катки, работающие на второй полосе, уплотняют неостывший стык со стороны первой и второй полос укладки. При этом покрытие получается без продольного шва.

В тех случаях, когда возникает необходимость сопряжения укладываемой горячей полосы с уложенной ранее холодной, применяют следующий технологический прием: край ранее уложенной полосы подгрунтовывают и разогревают инфракрасным разогревателем швов, а при его отсутствии кромку разогревают горячей смесью.

При укладке асфальтобетонного слоя двумя и более укладчиками уплотнение первой полосы ведут, не приближаясь ближе чем на 10 см к кромке. Первый проход при уплотнении второй полосы необходимо выполнить по продольному сопряжению с ранее уложенной полосой. При наезде на свежеложенную полосу каток должен двигаться ведущим вальцом вперед.

Лучшие результаты получают при устройстве продольного шва по технологии, приведенной на рис. 1.15. При последнем проходе тяжелого катка обрезным вальцом срезают неуплотненную кромку под углом 70–60°.

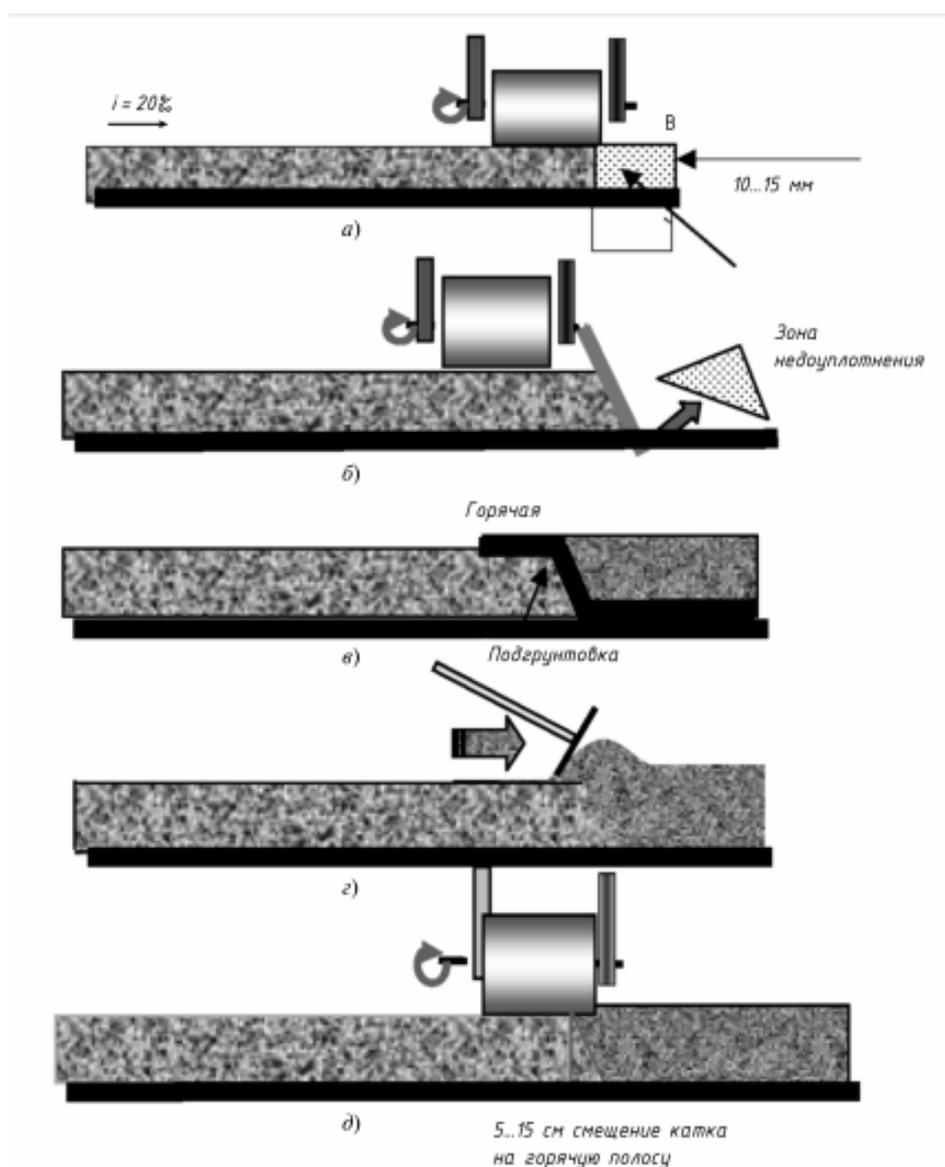


Рис. 1.15. Основные этапы устройства продольного стыка между полосами укладки на асфальтобетонном покрытии с удалением недоуплотненной зоны:  
а – уплотнение первой полосы укладки; б – обрезка неуплотненной зоны покрытия при последнем проходе катка; в – подгрунтовка продольного стыка и укладка второй – горячей полосы укладки; г – смещение смеси из зоны перекрытия в сторону новой полосы укладки; д – уплотнение продольного стыка первым проходом гладковальцового катка

В горячем состоянии можно провести обрезку кромки нарезчиком швов или дисковой фрезой. Если обрезку проводят в холодном слое, то кромку срезают под углом  $90^\circ$ . При уплотнении шва первый проход каток делает по холодному слою со смещением в сторону свежееуложенной полосы не более чем на 15 см.

Качественные швы в верхнем слое покрытия способствуют продлению срока службы асфальтобетонного слоя. На рис. 1.16 показана технологическая схема укладки слоя покрытия двумя асфальтоукладчиками.

Первый асфальтоукладчик укладывает слой по струне. Второй асфальтоукладчик движется вслед за первым на расстоянии 10–30 м, копируя ровность уже уложенного слоя «по лыже». Слои укладываются внахлест, перекрытие составляет 5–10 см. На схеме проставлены номера прохода катка при движении вперед. Полосу сопряжения уплотняет каток 4 после укладки второй полосы.

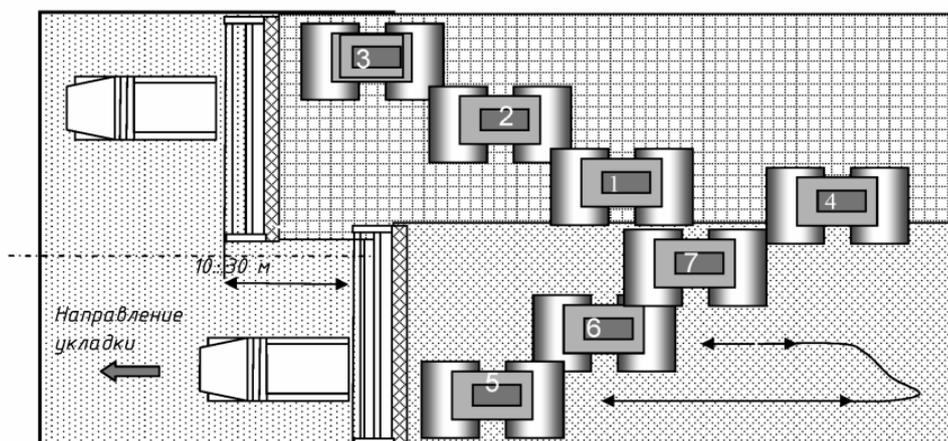


Рис. 1.16. Технологическая схема укладки асфальтобетонного слоя двумя укладчиками

#### 1.3.4. Контроль качества работ при устройстве дорожных асфальтобетонных покрытий

Контроль качества подразделяется на входной, операционный и приемочный.

**Входной контроль.** Перед началом укладки асфальтобетонных слоев проверяют готовность нижележащего слоя к укладке смесей (ровность, плотность и чистоту поверхности нижележащего слоя, а при наличии бортовых камней – правильность их установки, качество очистки от пыли и грязи, качество подгрунтовки).

Ведут учет объема и качества асфальтобетонной смеси, поступающей на объект. Отмечают время выпуска смеси на АБЗ, время поступления

смеси на объект, температуру смеси в кузове автосамосвала при выгрузке в бункер укладчика и на выходе из укладчика сразу за выглаживающей плитой. Оценивают однородность смеси в кузове. Расслоение асфальтобетонной смеси недопустимо. Выполняют визуальную оценку качества смеси. Доброкачественность асфальтобетонной смеси оценивают по следующим признакам: цвету, запаху, форме конуса, однородности покрытия зерен щебня битумом, отсутствию расслоения. Цвет качественной смеси – темно-серый, без характерного битумного блеска. Коричневый оттенок свидетельствует о нарушении температурного режима приготовления смеси.

Форма конуса асфальтобетонной смеси в самосвале должна быть полой. Если смесь растекается по кузову или образует конус с острой вершиной, ее следует браковать и не допускать к укладке в слой. На объекте необходимо вести журнал входного контроля, в который заносят номер автомашины, время поступления смеси, ее температуру.

**Операционный контроль.** Это контроль за выполнением каждой технологической операции. На стадии операционного контроля оценивают толщину и плотность слоя, продольный и поперечный уклоны, ровность слоя, ширину полосы укладки, ровность кромок, качество продольных и поперечных швов и отделки стыков (сопряжений) смежных полос укладки.

Толщину укладываемого слоя контролируют в процессе укладки металлическим щупом с делениями.

Важнейшим показателем качества построенного слоя является его плотность. Для ее определения чаще используют неразрушающие методы контроля (порометрический, радиоизотопный, акустический и др.). Контролируют работу укладчика: скорость движения, режим работ вибрационной плиты и трамбуемого бруса, толщину слоя и уклоны в продольном и поперечном направлениях. На готовом покрытии контролируют ровность, шероховатость, толщину слоев, прочность сцепления между слоями и соответствие свойств асфальтобетона нормативным требованиям. Из готового слоя отбирают и испытывают пробы в виде вырубков или кернов.

Пробы в количестве 3 шт. с каждых 7000 м<sup>2</sup> отбирают не ранее чем через 3 сут после устройства покрытия из горячего асфальтобетона и через 15–30 сут – из холодного асфальтобетона.

Качество асфальтобетонной смеси, а также асфальтобетонных покрытий и оснований оценивают по соответствию требованиям ГОСТ 9128–2009 на основании проведения испытаний по методикам, регламентированным ГОСТ 12801–98.

Степень уплотнения конструктивных слоев оценивают коэффициентом уплотнения  $K_y$ , который должен быть: не ниже 0,99 – для асфальтобетона из горячих смесей типа А и Б и не менее 0,98 – для асфальтобетонов типа В, Г и Д.

Не ранее чем через 10 сут с момента открытия движения определяют коэффициент сцепления колеса с покрытием.

При визуальном контроле на готовом покрытии не допускается наличие каких-либо дефектов и загрязнений. Выявленные дефекты устраняют до приемки покрытия в эксплуатацию.

### 1.3.5. Правила приемки асфальтобетонных покрытий в эксплуатацию

Приемку работ при устройстве дорожных асфальтобетонных покрытий осуществляют в соответствии со СНиП 3.06.03–85 «Автомобильные дороги», СНиП 3.01.04–87 «Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов», а также ВСН 19–89 «Правила приемки работ при строительстве и ремонте автомобильных дорог». При приемочном контроле проводят анализ журналов входного и операционного контроля, обрабатывают результаты лабораторных испытаний при текущем и приемочном контроле и записи в рабочих журналах. При необходимости проводят дополнительные испытания.

Готовое асфальтобетонное покрытие не должно иметь просадок, выбоин и иных повреждений, затрудняющих движение транспортных средств, участков выпотевания битума, признаков расслоения слоя, участков с признаками дробления щебня в слое, шелушения слоя и других повреждений.

Контроль линейных параметров дороги следует осуществлять с помощью диагностических лабораторий, курвиметров, рулеток или линеек. Контроль параметров, не имеющих количественной оценки, осуществляют визуально.

На готовом покрытии не допускается наличие каких-либо дефектов и загрязнений. Выявленные дефекты должны устраняться до приемки покрытия в эксплуатацию.

## 1.4. Укрепительные работы

Применение грунтов и других местных материалов в укрепленном виде в дорожных одеждах является одной из наиболее реальных возможностей снижения стоимости строительства и затрат ресурсов. Технико-экономические расчеты, проведенные с учетом фактических производственных затрат, показывают, что применение слоев из укрепленных грунтов вместо равнопрочных оснований из привозных каменных материалов приводит к снижению стоимости на 20–60 %.

Особенно эффективно использование укрепленных грунтов в районах строительства, лишенных месторождений каменных материалов, таких, как центральные и южные области европейской части России, Западная Сибирь.

При строительстве дорожных одежд в этих районах возникает необходимость в перевозках щебня на большие расстояния, что увеличивает первоначальную его стоимость в 3–6 раз и является главной причиной значительного удорожания строительства.

Помимо отмеченной экономической эффективности дорожные одежды с конструктивными слоями из укрепленных грунтов имеют следующие существенные преимущества по сравнению с дорожными одедами из зернистых материалов:

- более длительное сохранение ровности покрытия, особенно при интенсивном морозном пучении грунта земляного полотна;

- значительное улучшение водно-теплового режима земляного полотна;

- уменьшение на 15–45 % потребности в дефицитных минеральных материалах и в 1,5–3 раза – в транспорте;

- сокращение трудозатрат в 1,5–2 раза.

Укрепленные грунты в зависимости от их физико-механических свойств, категории автомобильной дороги, дорожно-климатической зоны и других факторов используют:

- для устройства слоев оснований и повышения прочности верхней части земляного полотна на дорогах с интенсивным движением;

- устройства покрытий облегченного типа с устройством защитного слоя на местных дорогах;

- строительства покрытий и оснований аэродромов, промышленных и лесовозных дорог, площадей, стоянок автотранспорта.

Принципы конструирования дорожных одежд с использованием укрепленных грунтов и многолетний производственный опыт эксплуатации таких дорожных одежд позволяют рекомендовать следующие основные схемы конструкций дорожных одежд (рис. 1.17).

В конкретных случаях могут быть разработаны конструкции дорожных одежд, отличные от приведенных на рис. 1.17.

При назначении конструкции дорожной одежды следует учитывать климатические особенности района строительства. Нормативные значения модулей упругости конструктивных слоев из укрепленных грунтов приведены в ОДн 218.046–01.

Минимальная толщина слоя из укрепленного грунта составляет 10 см, а максимальная зависит от возможностей уплотняющей машины, но, как правило, не превышает 25 см. При необходимости устройства основания большей толщины укладывают два слоя.

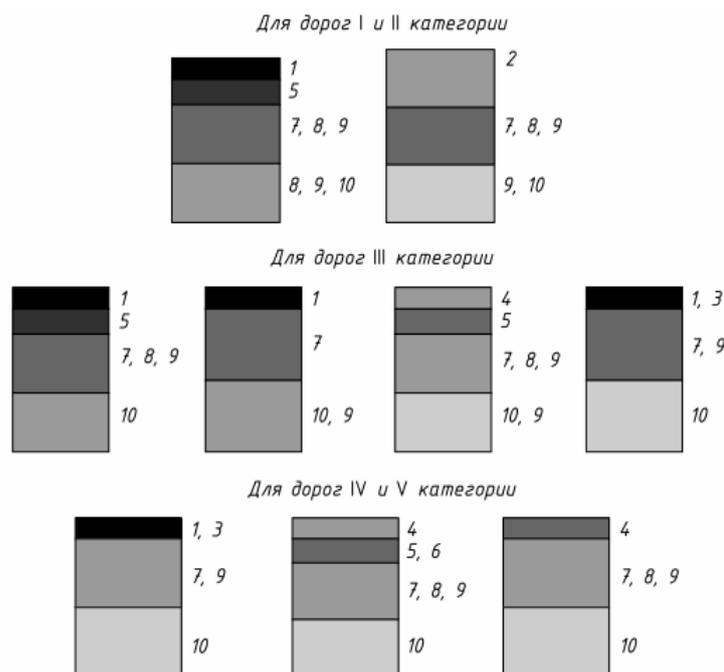


Рис. 1.17. Конструкции дорожных одежд со слоями из укрепленных грунтов: 1 – одно- или двухслойное асфальтобетонное покрытие; 2 – цементобетонное покрытие; 3 – покрытие из битумоминеральной смеси; 4 – поверхностная обработка или тонкий защитный слой; 5 – черный щебень; 6 – покрытие, устроенное методом смешения или пропитки; 7 – основание или покрытие из грунта, укрепленного комплексными вяжущими; 8 – основание или покрытие из грунта, укрепленного органическими вяжущими; 9 – основание или покрытие из грунта, укрепленного минеральными вяжущими; 10 – слой основания из песка или крупнообломочного материала

Для ограничения количества отраженных трещин в покрытиях из асфальтобетона или органоминеральных смесей, укладываемых на основание из цементогрунта, необходимо использовать специальные конструктивные и технологические решения:

- устройство трещинопрерывающих прослоек между слоями основания и покрытия;
- фрагментирование оснований путем устройства швов с последующей их заливкой мастикой;
- армирование битумоминеральных покрытий и жестких оснований;
- увеличение деформативности жестких оснований за счет уменьшения дозировок цемента или введения в смесь органических вяжущих;
- повышение деформативности и трещиностойкости покрытий.

При назначении дорожной конструкции с тонкослойными (3–6 см) покрытиями из асфальтобетона или битумоминеральной смеси на основании из цементогрунта (комплексно укрепленного грунта) для обеспечения сдвигоустойчивости в плоскости раздела и трещиностойкости конструкции следует учитывать технологические особенности строительства, заключающиеся в правильном выборе режимов подгрунтовки основания.

Как известно, природные образования – грунты в естественном состоянии – обладают невысокой прочностью и водостойкостью. Для возможности использования в конструкциях дорожных одежд их следует сделать прочными и устойчивыми, не зависящими от перемены влажности, погодных условий и переменных нагрузок при движении транспорта. Первые удачные опыты обработки грунтов цементом в России в целях коренного изменения их первоначальных свойств провели около 100 лет назад. К настоящему времени только в России разработано около 200 методов укрепления грунтов и местных материалов, и количество их растет с каждым годом.

Разработке и совершенствованию методов укрепления грунтов способствовали в первую очередь положительные результаты производственного внедрения технологий, основанных на использовании наиболее распространенных вяжущих – битума, цемента, извести. Важную роль в развитии этих методов сыграли достижения в области грунтоведения, технологии вяжущих веществ и обработки грунтов.

Большой вклад в разработку теоретических основ методов укрепления грунтов был сделан академиком П.А. Ребиндером и его учениками, показавшими принципиальную возможность направленного структурообразования и формирования заданных свойств укрепленных грунтов на основе использования принципов физико-химической механики дисперсных тел.

Превращение грунта в качественный дорожно-строительный материал с заданными свойствами возможно лишь на основе комплексного химического, физико-химического и механического воздействия на грунт, объединенного в единый взаимосвязанный технологический процесс.

Укреплением грунтов называют ряд последовательных технологических операций, обеспечивающих в результате воздействия на грунт добавок вяжущих и других веществ высокую прочность и длительную устойчивость его не только в сухом, но и в водонасыщенном состоянии.

Процессы, происходящие при укреплении грунтов, весьма разнообразны, зависят от свойств грунта, применяемых вяжущих и включают:

- химические процессы – образование нерастворимых в воде соединений, гидролиз и гидратацию минеральных вяжущих веществ, полимеризацию и поликонденсацию синтетических полимерных веществ;

- физико-химические процессы – ионный обмен, необратимую коагуляцию, микроагрегирование;

- физические и механические процессы – размельчение, перемешивание и уплотнение грунта, способствующие более тесному контакту его частиц как между собой, так и с вводимыми в грунт вяжущими.

Правильное взаимное сочетание указанных процессов и их усиление действием поверхностно-активных и других веществ обеспечивают преобразование природных свойств грунта с приданием ему монолитности,

прочности и водостойчивости. При этом в зависимости от применяемых веществ и свойств грунта характер структурообразования и структурно-механические свойства укрепленного грунта бывают различными.

При укреплении грунтов добавками жидкого вспененного битума или битумной эмульсией формируется коагуляционная структура материала. Коагуляционные структуры характеризуются тем, что частицы дисперсной фазы образуют беспорядочную пространственную сетку. Возникновение отдельных коагуляционных связей, происходящее под влиянием относительно слабых молекулярных сил, осуществляется через тонкую прослойку жидкой фазы. Это определяет особенности и свойства пространственных структур такого типа. Коагуляционные структуры характеризуются следующими свойствами: небольшой прочностью, предельной тиксотропностью (восстановление свойств), пластичностью, высокой эластичностью и водостойкостью.

Укрепление грунтов минеральными вяжущими в виде цемента или извести характеризуется формированием кристаллизационной структуры. Эта структура возникает в результате сращивания кристаллов новой твердой фазы, возникающей из пересыщенного раствора.

Установлено, что кристаллизационные структуры являются наиболее прочными и водостойчивыми, а потому и долговечными, особенно при высокой плотности и отсутствии крупных открытых пор, которые вызывают пониженную морозостойкость. Обладая высокой прочностью и модулем упругости, материалы с кристаллизационной структурой характеризуются низкой трещиностойкостью ввиду малых предельных относительных удлинений.

При обработке грунтов синтетическими смолами типа карбамидных или фурфуроланилиновых образуются конденсационные структуры. Эти структуры характеризуются тем, что возникают при действии наибольших сил сцепления – химических – и отличаются наиболее высокой прочностью, хрупкостью. Основным недостатком конденсационной структуры является наличие в ней большого числа дефектов и пор клиновидного характера, определяющих низкую водостойкость.

Как видно из приведенного ранее обзора, грунты, укрепленные одним вяжущим, характеризуются большим набором отрицательных свойств, значительно снижающих срок службы конструктивного слоя. В случае укрепления грунтов органическими вяжущими материал получается чрезмерно деформативным, что предопределяет быстрое колееобразование и другие пластические деформации в слое при эксплуатации дороги. При укреплении грунта минеральным вяжущим получаемый материал, как правило, обладает высокой прочностью, жесткостью, малым предельным относительным удлинением, что вызывает появление трещин температурно-усадочного характера в осенне-зимний период. Основными недо-

статками грунтов, укрепленных синтетическими смолами, являются недостаточная водо- и морозостойкость, чрезмерная хрупкость.

В процессе разработки различных методов укрепления грунтов они совершенствовались, и при этом находились эффективные новые решения по существенному улучшению их структурно-механических свойств. Было установлено, что при укреплении грунтов двумя различными вяжущими материалами, характеризующимися весьма различными свойствами и структурой, укрепленные грунты приобретают повышенную сдвиго-, морозо-, температуроустойчивость, и при необходимости они могут быть менее жесткими и более деформативными материалами.

Методы, сочетающие при укреплении грунтов внесение добавок двух вяжущих веществ или одного вяжущего и поверхностно-активного вещества (ПАВ), получили название комплексных методов. Разработка комплексных методов укрепления грунтов открыла более широкие возможности для направленного регулирования процессов структурообразования, создания повышенной прочности и других свойств укрепленных грунтов в зависимости от области применения такого материала в различных природных условиях. В процессе изучения преимуществ, заложенных в комплексных методах укрепления, было установлено, что при этом формируются ранее неизвестные типы сложных пространственных структур совмещенного типа. Особенностью совмещенных структур является то, что в микрообъемах укрепленного грунта формируются два типа пространственных бинарных структур, характеризующихся разными свойствами, взаимно дополняющими друг друга и компенсирующими недостатки каждой из моноструктур. Бинарные структуры – взаимопроникающие и сменяют друг друга в небольших объемах укрепленного грунта.

Укрепление грунтов вяжущими материалами и создание новых материалов с требуемыми структурно-механическими свойствами могут дать положительный результат лишь при обязательном выполнении следующих технологических операций:

- размельчение комков (агрегатов) в случае обработки связных грунтов;
- равномерное распределение вяжущего в грунте;
- равномерное увлажнение грунта до оптимальной влажности и уплотнение до максимальной плотности;
- обеспечение требуемого режима формирования слоя в отношении влажности и температуры.

На основе обобщения производственного опыта и проведенных исследований в зависимости от гранулометрического состава все грунты можно разделить по степени их пригодности для укрепления вяжущими материалами на три группы: пригодные, условно пригодные и непригодные.

К пригодным грунтам относят крупнообломочные и песчаные грунты оптимального гранулометрического состава, супесчаные и легкосуглинистые грунты.

Условно пригодные грунты включают суглинистые и глинистые грунты, мелкие однородные пески и крупнообломочные грунты неоптимального гранулометрического состава. При укреплении указанных грунтов необходимо вводить в них гранулометрические добавки, поверхностно-активные вещества, использовать комплексные методы укрепления.

Непригодные грунты представлены высокопластичными глинами, обладающими большой прочностью и связностью в сухом состоянии. Такие грунты требуют больших затрат механической энергии на размельчение и обработку, а также чрезмерного расхода вяжущих, что экономически невыгодно.

Для каждой из указанных групп могут быть введены дополнительные ограничения в зависимости от метода укрепления, конструктивных требований к дорожной одежде, ограничений по климатическим условиям и в связи с сильным засолением грунтов, содержанием гумусовых веществ.

Для обработки минеральными вяжущими наиболее целесообразно применять крупнообломочные и песчаные грунты оптимального гранулометрического состава, супесчаные и суглинистые грунты с числом пластичности до 12.

Не допускается применять грунты, содержащие гумусовые вещества в количестве более 4 %, и примеси гипса в количестве 10 % по массе. При укреплении засоленных грунтов содержание в них солей ограничивается 4 % массы грунта при хлоридном и сульфатно-хлоридном засолении и 2 % – при сульфатном засолении. При укреплении крупнообломочных грунтов неоптимального гранулометрического состава и однородных песков для уменьшения расхода вяжущих и улучшения свойств в них следует вводить гранулометрические добавки (отходы камнедробления, золошлаковые смеси, супесчаные грунты).

При укреплении глинистых грунтов необходимо предварительно обеспечить тщательное измельчение комков глинистого грунта до такой степени, чтобы массовая доля комков крупнее 5 мм составляла не более 25 %. В том числе содержание комков более 10 мм допускается не более 10 %.

Грунты, характеризующиеся кислой средой ( $\text{pH} < 7$ ), допускается укреплять минеральными вяжущими при условии предварительной нейтрализации кислотности таких грунтов добавками извести, каустической соды или других щелочных соединений.

Для приготовления укрепленных грунтов можно применять следующие вяжущие материалы:

– портландцемент и шлакопортландцемент марок не ниже 400 – для покрытий и марок не ниже 300 – для оснований;

– известь гашеную и негашеную;

– молотые активные шлаки черной и цветной металлургии, золу-унос, бокситовые и нефелиновые шламы. Эти медленно твердеющие вяжущие можно применять в сочетании с активаторами в виде портландцемента, извести, жидкого стекла.

Наибольшего эффекта при использовании извести достигают, если укрепляют тяжелые суглинки и глины.

Укрепленные грунты должны обладать техническими показателями, установленными с учетом требований движения и условий работы слоев укрепленного грунта в дорожной одежде. К наиболее важным показателям относят механическую прочность, водо- и морозостойкость.

При подборе состава устанавливают необходимое количество вяжущего, обеспечивающее получение укрепленных грунтов с заданными марками по прочности и морозостойкости.

По морозостойкости укрепленные грунты подразделяют на марки F5, F10, F15, F25, F50, F75. За марку по морозостойкости принимают установленное число циклов попеременного замораживания и оттаивания, при которых допускается снижение прочности на сжатие не более чем на 25 % от нормируемой прочности.

Многолетний опыт показывает, что требования к морозостойкости должны быть дифференцированы и изменяться в зависимости от климатических условий и местоположения конструктивного слоя из укрепленного грунта в дорожной конструкции.

Для обработки органическими вяжущими применяют крупнообломочные, песчаные, супесчаные и суглинистые грунты с числом пластичности до 12. Введение в связные грунты гранулометрических и активных добавок в виде извести, цемента, золы-уноса, природных песков позволяет использовать суглинки и глины с числом пластичности до 22. Допускается применение засоленных грунтов, содержащих легкорастворимые соли не более 1 % по массе. Требования к агрегатному (гранулометрическому) составу связных грунтов такие же, как и в случае обработки минеральными вяжущими.

В случае применения грунтов с показателями качества ниже приведенных должно быть проведено их исследование в специализированных лабораториях для подтверждения возможности и технико-экономической целесообразности получения укрепленных грунтов, отвечающих существующим требованиям.

Для укрепления грунтов используют в основном следующие органические вяжущие материалы:

– битумы нефтяные дорожные жидкие;

- гудроны (сырье для производства нефтяных вязких битумов);
- нефти высокосмолистые;
- битумы сланцевые жидкие;
- эмульсии дорожные битумные (в том числе на твердом эмульгаторе);
- вспененные битумы;
- универсины (органические вяжущие, получаемые смешением экстрактов селективной очистки масел с нефтяными остатками типа гудрона).

Для укрепления грунтов применяют жидкие битумы класса СГ, МГ, МГО с вязкостью не более 100 с. Допустимо применение разжиженных битумов.

Битумы нефтяные дорожные жидкие используют преимущественно в III–V дорожно-климатических зонах, битумы сланцевые жидкие (с вязкостью не более 100 с) – во II зоне.

Взамен жидких битумов можно применять высокосмолистые нефти с вязкостью по стандартному вискозиметру не менее 7 с.

Для укрепления грунтов, применяемых во II–V дорожно-климатических зонах, следует использовать эмульсии дорожные битумные анионные (класс ЭБА-3) и катионные (класс ЭБК-3).

В III–V дорожно-климатических зонах для укрепления грунтов можно использовать битумные пасты, приготовленные с использованием в качестве эмульгатора извести.

Наилучшим является вяжущее, которое будет достаточно жидким при смешении, а после уплотнения смеси быстро набирает вяжущие свойства. Таким условиям лучше всего отвечают битумные эмульсии и вспененные битумы.

При укреплении грунтов органическими вяжущими применяют активные добавки (активаторы) или поверхностно-активные вещества в следующих целях:

- улучшение физико-механических свойств грунта;
- повышение сцепления органического вяжущего с поверхностью грунтовых частиц;
- ускорение формирования укрепленного грунта.

К активаторам относятся известь, портландцемент, зола-унос сухого отбора. В качестве ПАВ применяют катионо- и анионоактивные вещества. Выбор органического вяжущего и добавок зависит от состава и свойств укрепляемых грунтов, а также условий их работы в дорожной одежде. Ориентировочно дозировка основного вяжущего материала находится в интервале 3–8 % массы грунта. Расход порошкообразных активаторов составляет 1,5–5,0 % массы смеси, а расход жидких ПАВ – 3–7 % (от веса вяжущего) при введении в битум и 0,05–0,7 % (от веса грунта) – при введении в грунт. Расход вяжущих и добавок уточняют при лабораторном

подборе составов смесей и определении физико-механических свойств образцов из укрепленных грунтов.

При укреплении грунтов органическими вяжущими следует различать «влажность грунта при смешении его с органическим вяжущим» и «оптимальную влажность смеси при уплотнении». Влажность грунта при смешении – это та наименьшая влажность, при которой органическое вяжущее равномерно распределяется в грунте. Необходимую влажность грунта при смешении определяют методом подбора по визуальной оценке качества смеси. Под оптимальной влажностью при уплотнении смеси понимают ту влажность, при которой достигается максимальная плотность; прочность при сжатии образцов имеет наибольшее значение, а набухание – наименьшее. Водостойкость укрепленного грунта достигается заполнением его пор вяжущими. Необходимое для этого количество вяжущего зависит от пористости грунта.

В настоящее время в России насчитывается более 100 комплексных методов укрепления грунтов, но в практике дорожного строительства наибольшее распространение получили два метода обработки грунта: цементом (известью) в сочетании с органическими добавками; карбамидными смолами с органическими вяжущими.

Морозостойкость укрепленных грунтов характеризуют числом циклов замораживания-оттаивания, при которых потеря прочности при сжатии водонасыщенных образцов при температуре 20 °С не превышает 30 %.

Для обработки комплексными методами используют те же грунты, что и в случае применения органических вяжущих. При сочетании минеральных и органических вяжущих применяют: портландцемент, шлакопортландцемент, известь, золу-унос вместе с жидким битумом, битумной эмульсией, нефтью, вспененным битумом.

По второму направлению карбамидную смолу используют чаще всего с битумной эмульсией или нефтью.

При укреплении грунтов органическими вяжущими с добавкой неорганических вяжущих материалов улучшаются не только физико-механические свойства, но и деформативная устойчивость и долговечность укрепленного материала.

## 1.5. Обустройство дороги

В соответствии с ГОСТ Р 52289-2004 дорожные знаки размещают таким образом, чтобы они воспринимались только участниками движения, для которых они предназначены, и не были закрыты какими-либо препятствиями (рекламой, зелеными насаждениями, опорами наружного освещения и т.п.), обеспечивали удобство эксплуатации и уменьшали вероятность их повреждения.

На участках дорог, где разметка, определяющая режим движения, трудно различима (снег, грязь и т.п.) или не может быть своевременно восстановлена, устанавливают соответствующие по значению знаки. Технические средства организации дорожного движения, применение которых было вызвано причинами временного характера (дорожно-ремонтными работами, сезонными особенностями дорожных условий и т.п.), после устранения указанных причин должны быть демонтированы. Знаки и светофоры допускается закрывать чехлами. Действие знаков распространяется на проезжую часть, обочину, велосипедную или пешеходную дорожки, у которых или над которыми они установлены.

Расстояние видимости знака должно быть не менее 100 м. Знаки устанавливают справа от проезжей части или над нею, вне обочины (при ее наличии), за исключением случаев, оговоренных стандартом, а также справа от велосипедной или пешеходной дорожки или над ними.

На дорогах с двумя и более полосами движения в данном направлении знаки 1.1, 1.2, 1.20.1-1.20.3, 1.25, 2.4, 2.5, 3.20, 3.24\*(1), установленные справа от проезжей части, дублируют.

Дублирующие знаки устанавливают на разделительной полосе.

На дорогах без разделительной полосы дублирующие знаки устанавливают:

- слева от проезжей части в случаях, когда встречное движение осуществляется по одной или двум полосам;
- над проезжей частью в случаях, когда встречное движение осуществляется по трем или более полосам.

При необходимости допускается дублировать таким же образом и другие знаки.

Расстояние от края проезжей части (при наличии обочины – от бровки земляного полотна) до ближайшего к ней края знака, установленного сбоку от проезжей части, должно составлять 0,5–2,0 м, до края знаков особых предписаний 5.23.1, 5.24.1, 5.25, 5.26 и информационных знаков 6.9.1, 6.9.2, 6.10.1–6.12, 6.17 – 0,5–5,0 м.

Расстояние от нижнего края знака (без учета знаков 1.4.1–1.4.6 и табличек) до поверхности дорожного покрытия (высота установки), кроме случаев, специально оговоренных стандартом, должно составлять:

- от 1,5 до 3,0 м – при установке сбоку от проезжей части вне населенных пунктов, от 2,0 до 4,0 м – в населенных пунктах;
- от 0,6 до 1,5 м – при установке на приподнятых направляющих островках, приподнятых островках безопасности и на проезжей части (на переносных опорах);
- от 5,0 до 6,0 м – при размещении над проезжей частью.

Знаки, размещенные на пролетных строениях искусственных сооружений, расположенных на высоте менее 5,0 м от поверхности дорожного покрытия, не должны выступать за их нижний край.

Высоту установки знаков, расположенных сбоку от проезжей части, определяют от поверхности дорожного покрытия на краю проезжей части.

Очередность размещения знаков разных групп на одной опоре (сверху вниз, слева направо), кроме случаев, оговоренных стандартом, должна быть следующей:

- знаки приоритета;
- предупреждающие знаки;
- предписывающие знаки;
- знаки особых предписаний;
- запрещающие знаки;
- информационные знаки;
- знаки сервиса.

На протяжении одной дороги высота установки знаков должна быть по возможности одинаковой.

Знаки устанавливают непосредственно перед перекрестком, местом разворота, объектом сервиса и т.д., а при необходимости – на расстоянии не более 25 м в населенных пунктах и 50 м – вне населенных пунктов перед ними, кроме случаев, оговоренных стандартом.

Знаки, вводящие ограничения и режимы, устанавливают в начале участков, где это необходимо, а отменяющие ограничения и режимы – в конце, кроме случаев, оговоренных стандартом.

Установка знаков на обочинах допустима в стесненных условиях (у обрывов, выступов скал, парапетов и т.п.). Расстояние между кромкой проезжей части и ближайшим к ней краем знака должно быть не менее 1 м, а высота установки – от 2 до 3 м (рис. 1.18, в).

Знаки, устанавливаемые на разделительной полосе, приподнятых островках безопасности и направляющих островках или обочине в случае отсутствия дорожных ограждений размещают на ударо-безопасных опорах. Верхний обрез фундамента опоры знака выполняют заподлицо с поверхностью разделительной полосы, приподнятого островка безопасности и направляющего островка, обочины или присыпной бермы.

В местах проведения работ на дороге и при временных оперативных изменениях организации движения знаки на переносных опорах допускается устанавливать на проезжей части, обочинах и разделительной полосе.

Расстояние между ближайшими краями соседних знаков, размещенных на одной опоре и распространяющих свое действие на одну и ту же проезжую часть, должно быть 50–200 мм.

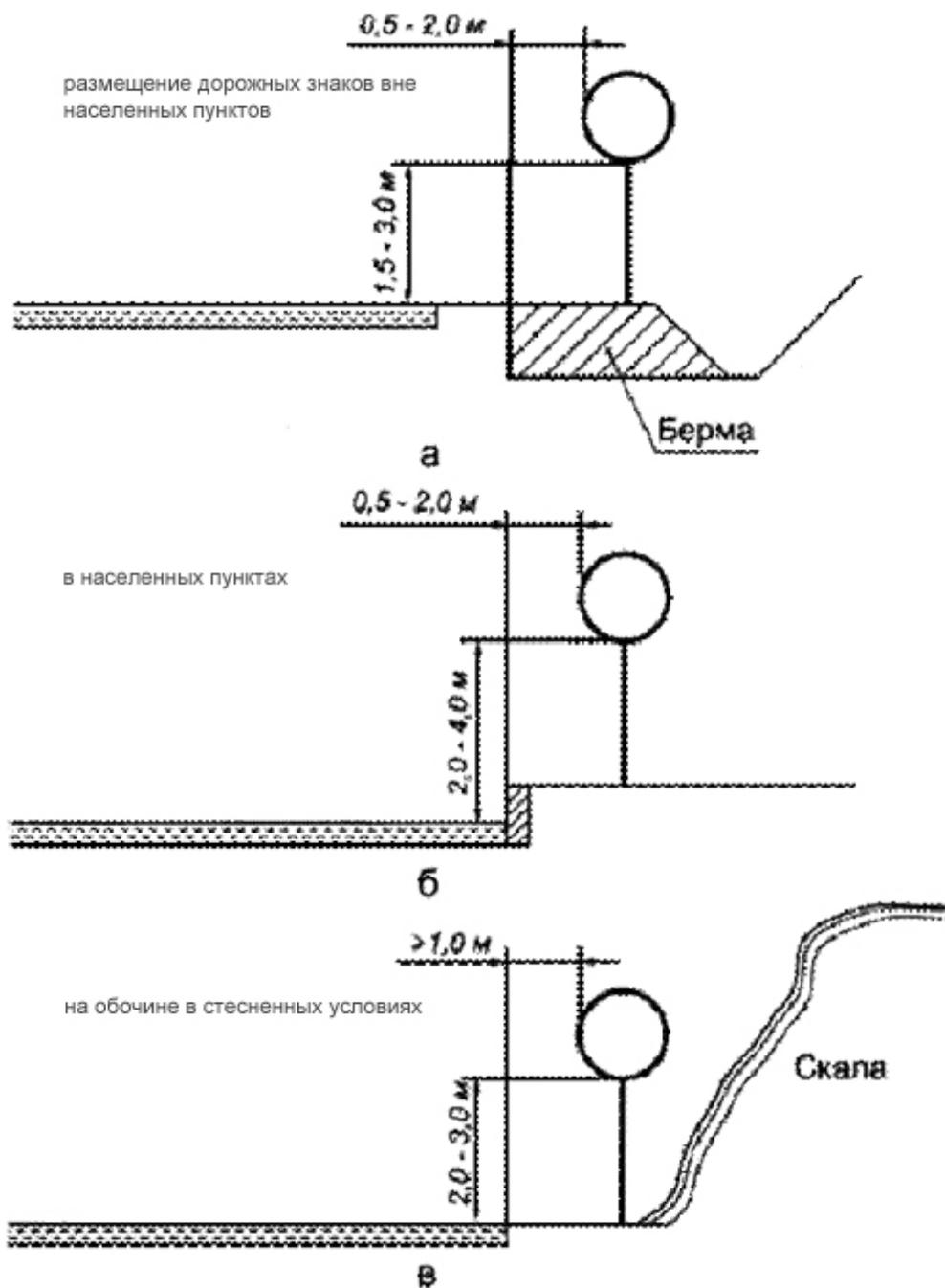


Рис. 1.18. Типовое размещение знаков в поперечном профиле дороги:  
 а – вне населенных пунктов; б – в населенных пунктах;  
 в – на обочине в стесненных условиях

Знаки на одной опоре, распространяющие свое действие на разные проезжие части одного направления движения, располагают над соответствующими проезжими частями или максимально приближают к ним с учетом технических возможностей и требований настоящего стандарта.

В одном поперечном сечении дороги устанавливают не более трех знаков без учета знаков 5.15.2, дублирующих знаков, знаков дополнительной информации.

Знаки, кроме установленных на перекрестках и на остановочных пунктах маршрутных транспортных средств, располагают вне населенных пунктов на расстоянии не менее 50 м, в населенных пунктах – не менее 25 м друг от друга.

Знаки устанавливаются на расстоянии не менее 1 м от проводов электросети высокого напряжения. В пределах охранной зоны высоковольтных линий размещение знаков на тросах-растяжках запрещается.

На дорогах в населенных пунктах с числом полос шесть и более, а также на автомагистралях и участках дорог вне населенных пунктов с числом полос четыре и более применяют знаки, изготовленные с использованием пленки типа Б или В по ГОСТ Р 52290.

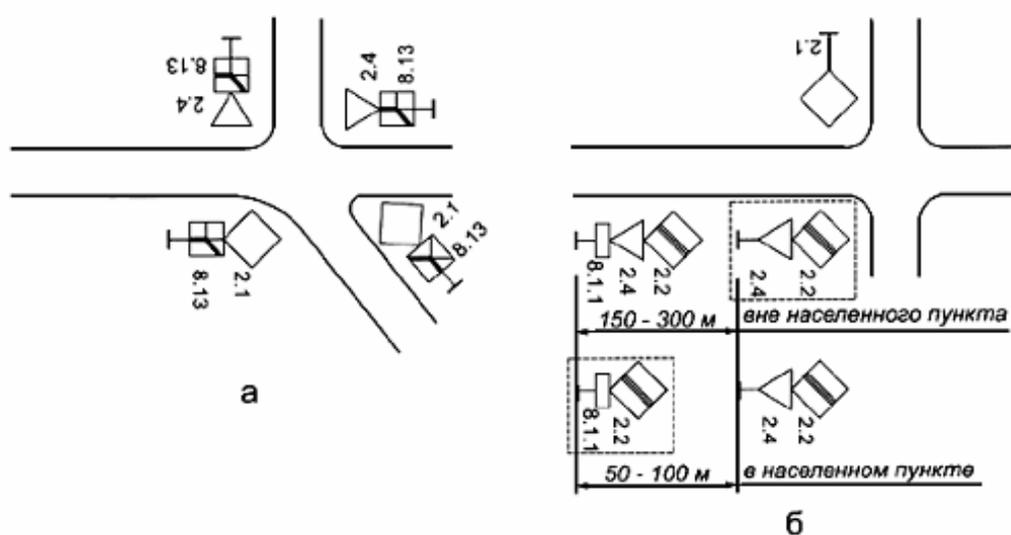


Рис. 1.19. Размещение знаков приоритета на главной дороге:  
 а – в населенном пункте перед перекрестком, на котором главная дорога  
 изменяет направление; б – в конце главной дороги. Пунктиром обозначены  
 знаки, установка которых допускается

Работы по установке дорожных знаков, ограждений и сигнальных столбиков следует начинать с разбивочных работ. Дорожные знаки устанавливаются, как правило, на присыпных бермах. В отдельных случаях их можно располагать на столбах (мачтах), кронштейнах, тросах-растяжках, рамах. Опора знака должна быть тщательно укреплена ниже поверхности грунта. Для этого в механически пробуренной скважине или вырытом вручную шурфе после установки опоры засыпается каменная наброска или ц/п раствор. До затвердевания раствора опору следует закрепить строго вертикально (рис. 1.20).

Для подготовки основания для бермы необходимо:

- обеспечить временный водоотвод от подошвы бермы;
- тщательно спланировать основание по проектным отметкам;
- разметить и нарезать уступы на откосе земляного полотна дороги.

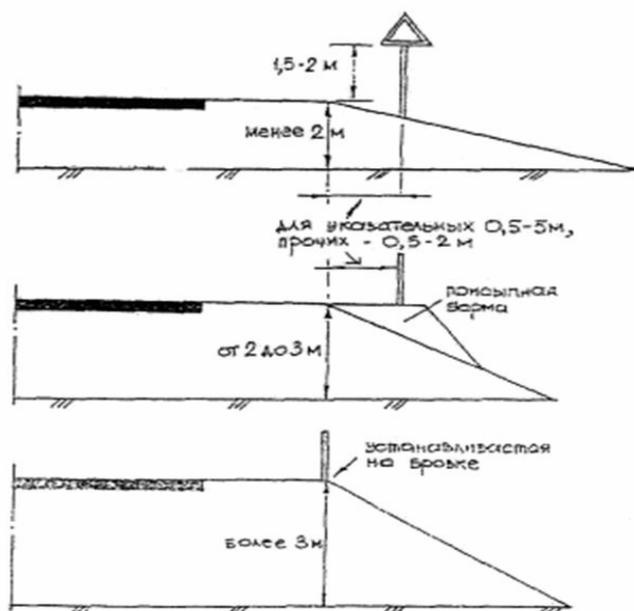


Рис.20. Установка дорожных знаков и указателей

Планировка основания осуществляется вручную дорожными рабочими, после чего тщательно уплотняется виброплитой LF-90 до  $K_{уп} = 0,95$ .

Нарезка уступов производится фронтальным погрузчиком L-45В, а при высоте откоса свыше 2 м – одноковшовым экскаватором без дальнейшего уплотнения. Разработку уступов начинают с нижнего уступа на всю длину отсыпаемой бермы. Поперечный уклон уступа должен быть от 20 до 30 см в сторону насыпи, крутизна стенки уступа должна быть 1:0,25. Выбранный грунт с первого уступа идет на отсыпку первого слоя основания бермы.

Разработанный грунт со второго уступа разравнивается вручную, слоями 20–30 см по первому уступу и уплотняется виброплитой LF-90, начиная от стенки уступа с последующим переходом к краям отсыпаемых слоев, по челночной схеме. Данная технологическая последовательность соблюдается для каждого вновь нарезанного уступа.

Глубина бурения для стоек опор дорожных знаков, железобетонных столбов ограждений и сигнальных столбиков должна быть меньше проектной на 3 см. Для ограждений со стойками из стальных швеллеров № 10 и 12 или эквивалентных им стальных гнутых профилей глубина бурения должна быть меньше проектной на 20 см.

Опоры для установки дорожных знаков подразделяют на три типа:

- 1 – переменного поперечного сечения по длине опоры;
- 2 – постоянного поперечного сечения по длине опоры;
- 3 – составные (безопасные) постоянного поперечного сечения с использованием в качестве соединительного элемента муфты из асбестоцементной трубы.

В случае применения ударобезопасных железобетонных опор верхний торец муфты из асбестоцементной трубы должен находиться на высоте на более 85

см от поверхности дороги в месте установки опоры. При этом возвышение стойки опоры над поверхностью дороги должно быть не более 2,5 м.

Одним из мероприятий, обеспечивающих безопасность движения, является правильная установка ограждений на дороге. Ограждения бывают: барьерного типа из ж/б, металла или синтетических материалов; направляющие устройства в виде сигнальных столбиков из ж/б, металла и др. материалов.

Задача барьерных ограждений – сохранение жизни людей, защита от получения возможных травм, а также минимизация повреждения автомобиля. Ограждения спасают не только от непреднамеренных съездов транспортных средств с полотна дороги, но и от столкновения со встречным транспортом, и от наездов на массивные сооружения, предметы, расположенные в полосе отвода дороги. В случае наезда ограждение должно не только «удержать» автомобиль, но и предотвратить его опрокидывание.

Установка ограждений предусматривается: на участках дорог I и II категорий, а при интенсивности движения 2000 авт/сут и более и III категории; при высоте насыпи 3 м и более; с наружной стороны кривых в плане с наименьшими радиусами при высоте насыпи более 2 м; в местах с недостаточной видимостью при изменении направления дороги в плане; на участках сложных пересечений и примыканий дорог в разных уровнях.

Монтаж ограждений со стойками в виде стальных швеллеров № 10 и 12 или равнопрочных указанным швеллерам стальных гнутых профилей следует выполнять из секций, предварительно собранных с консолями и стойками.

Стыковку соседних секций балки следует выполнять внахлестку посредством восьми болтов М 16×45 по ГОСТ 7802-81. При этом конец предыдущей (по направлению движения на ближайшей к ограждению полосе проезжей части) следует располагать поверх начала следующей секции.

Направляющие устройства в виде сигнальных столбиков предусматривают на пересечениях в одном уровне при высоте насыпей до 3 м с внутренней стороны закруглений в пределах кривых: при радиусе менее 60 м – через 5 м и при радиусе от 60 до 400 м – через 10 м. При этом учитывают высоту насыпей и заложение откосов, положение дороги на косогорах, вблизи оврагов, болот, водотоков, а также на кривых в плане. На съездах пересечений в разных уровнях сигнальные столбики устанавливаются при высоте насыпей до 3 м на всем протяжении съездов. Расстояние между столбиками принимают в зависимости от радиуса закругления.

Технология установки сигнальных столбиков аналогична установке дорожных знаков.

## 1.6. Искусственные сооружения

### 1.6.1. Общие характеристики водопропускных труб

Водопропускные трубы представляют собой малые искусственные сооружения, предназначенные для пропуска воды сквозь земляное полотно во избежание его подтопления поверхностными водами. Они являются самым распространенным типом искусственного сооружения на автомобильных дорогах. Их стоимость нередко достигает 15 % общей стоимости дороги. Однако имеются и некоторые ограничения применения этих сооружений. Нельзя применять трубы в местах возможного образования ледохода. Также, как правило, трубы не применяются в местах возможного возникновения селей и образования наледи, поскольку отверстие трубы при воздействии данных факторов будет загромождено. В этих случаях в проект закладывается размещение, к примеру, мостового перехода.

До 20-х годов предыдущего столетия трубы строились по индивидуальным проектам. Однако уже на протяжении почти 100 лет строительство ведут по типовым проектам. В различные периоды развития дорожного строительства предпочтение отдавалось тем или иным типам труб. Исследования особенностей их гидравлической работы и распространение более совершенных материалов приводили к разработке новых типовых проектов на трубы. В связи с этим, несмотря на то, что отдельные разновидности труб сегодня уже не производятся, их по-прежнему можно увидеть на автомобильных дорогах.

В России эксплуатируются десятки тысяч водопропускных труб, отличающихся материалом изготовления, размером и формой сечения, типом оголовков, уклоном укладки, режимом протекания воды и другими особенностями. Большинство труб нашли применение в равнинных условиях, т.е. при малых поперечных к дороге уклонах местности ( $i < 0,02$ ). В зависимости от расхода водотока устраивают одно- и многоочковые трубы.

В настоящее время около 90 % водопропускных труб имеют отверстие размером не более 2,5 м, 50 % – менее 1,2 м; средняя величина размера отверстия составляет приблизительно 1,4 м. Около 50 % труб расположены под насыпями высотой менее 4,0 м и менее 10 % – под насыпями с отметкой бровки земляного полотна выше 10,0 м; средняя высота насыпи у труб – 5,4 м.

Расстояние от верха звена трубы до низа дорожной одежды должно составлять не менее 0,5 м. Вертикальный размер отверстия назначают, как правило, не менее:

- 1,0 м при длине труб до 20 м;
- 1,25 м при длине труб 20 м и более;
- 1,5 м независимо от длины трубы в районах со средней температурой наружного воздуха наиболее холодной пятидневки ниже  $-40$  °С.

На автомобильных дорогах ниже II категории допускается принимать размеры отверстий:

– 0,5 м для труб на съездах при устройстве в пределах трубы быстрого тока с уклоном не менее 10‰ и ограждений на входе, а также при длине труб 10 м и более на внутрихозяйственных дорогах;

– 0,75 м при длине труб до 15 м;

– 1,0 м при длине труб до 30 м.

Разрешается увеличивать отверстия труб сверх расчетного значения для использования их в качестве пешеходных переходов, скотопрогонов, для пропуска автомобилей и низких узкозахватных сельскохозяйственных машин.

Возвышение высшей точки внутренней поверхности трубы в любом поперечном сечении над поверхностью воды в трубе при максимальном расходе расчетного паводка и безнапорном режиме работы в свету определяется по табл. 1.4.

Т а б л и ц а 1.4

Минимальные величины возвышения внутренней поверхности трубы над поверхностью воды при расчетном состоянии

Показатель	Тип трубы			
	Круглая или сводчатая		Прямоугольная	
	Высота трубы, м			
	До 3	Свыше 3	До 3	Свыше 3
Минимальная величина возвышения	¼ высоты трубы	0,75 м	1/6 высоты трубы	0,5 м

Трубы, за исключением отдельных случаев, следует рассчитывать на безнапорный режим работы.

На подходах к трубам возвышение бровки земляного полотна над расчетным уровнем подпертой воды принимают не менее:

– 0,5 м при безнапорном режиме протекания потока;

– 1,0 м при полунапорном и напорном режимах протекания потока.

Строительный подъем труб при высоте насыпи свыше 12 м следует назначать в соответствии с расчетом ожидаемых осадок от веса грунта насыпи. При высотах 12 м и менее трубы следует укладывать со строительным подъемом по лотку, равным ( $h$  – высота насыпи):

–  $1 / 80 h$  при фундаментах на песчаных, галечниковых и гравелистых грунтах основания;

–  $1 / 50 h$  при фундаментах на глинистых, суглинистых и супесчаных грунтах основания;

–  $1 / 40 h$  при грунтовых подушках из песчано-гравелистой или песчано-щебеночной смеси.

## 1.6.2. Типы и элементы водопропускных труб

Водопропускная труба, несмотря на внешнюю простоту, – комплексное сооружение, обычно состоящее из следующих основных элементов:

- оголовков – концевых участков сооружения на входе и выходе водного потока, включающих порталные стенки, откосные крылья и лотки;
- трубы – центральной части сооружения из звеньев (укладываемых на лекальные блоки или прямо на фундамент), расположенной между оголовками; звенья, примыкающие к оголовкам, называют оголовочными;
- основания, или фундамента, состоящего из слоев уплотненного грунта и искусственных материалов, а также сборных блоков, на которые опирается труба;
- укрепленного русла, предотвращающего размыв у сооружения.

Не обязательно в конструкции может быть использован весь приведенный набор элементов. Их назначение и выбор варианта исполнения обусловлены условиями строительства и работы сооружения.

Более того, набор элементов может быть расширен в особо сложных случаях, например на косогорах.

Основные элементы водопропускных труб показаны на рис. 1.21.

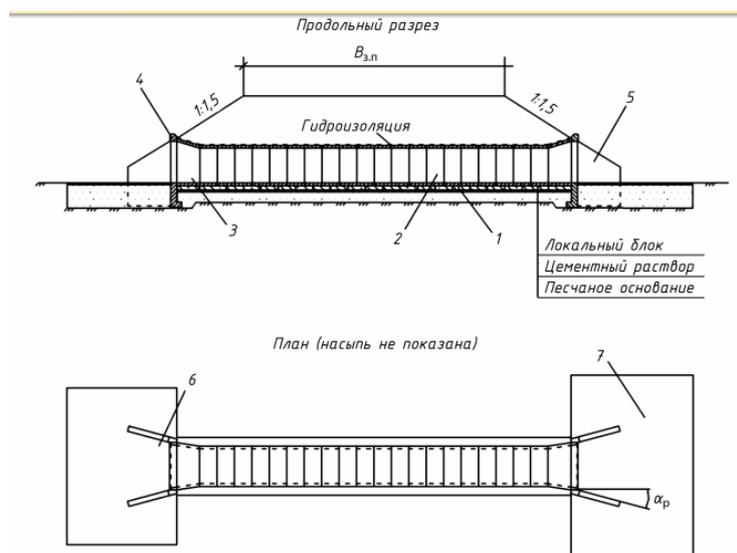


Рис. 1.21. Схема водопропускной трубы:

- 1 – основание и лекальные блоки; 2 – центральные звенья; 3 – оголовочные звенья; 4 – порталные стенки; 5 – откосные крылья; 6 – лоток; 7 – русло;  
 $B_{з.п.}$  – ширина земляного полотна;  $\alpha_p$  – угол сходимости

Главными отличительными чертами водопропускных труб конструктивного характера считаются форма и тип оголовка (рис. 1.22). Различают следующие типы труб:

- порталного типа. Приблизительно половина всех эксплуатируемых труб, главным образом круглых малого диаметра, имеют оголовки порталного типа, представляющие собой вертикальную стенку, обсыпанную

с обеих сторон от отверстия конусами, сопрягающимися с откосами насыпи (см. рис. 1.22, а);

– коридорного типа. Применялись до 1946 г. Хотя сегодня не строят трубы с коридорными оголовками, построенные ранее продолжают работать, ожидая реконструкции (см. рис. 1.22, б);

– раструбного типа. Представляют собой вертикальную стенку, срезанную параллельно откосу насыпи. Угол сходимости стенок варьируется от 4 до 22°, получили наиболее значительное распространение (см. рис. 1.22, в и г);

– безоголовочные. Являются основным вариантом для металлических гофрированных труб (см. рис. 1.22, д);

– воротникового типа. Представляют собой срез круглой трубы параллельно откосу насыпи, окаймленный по контуру выступающей из насыпи частью – «воротником»; не получили широкого распространения (см. рис. 1.22, е).

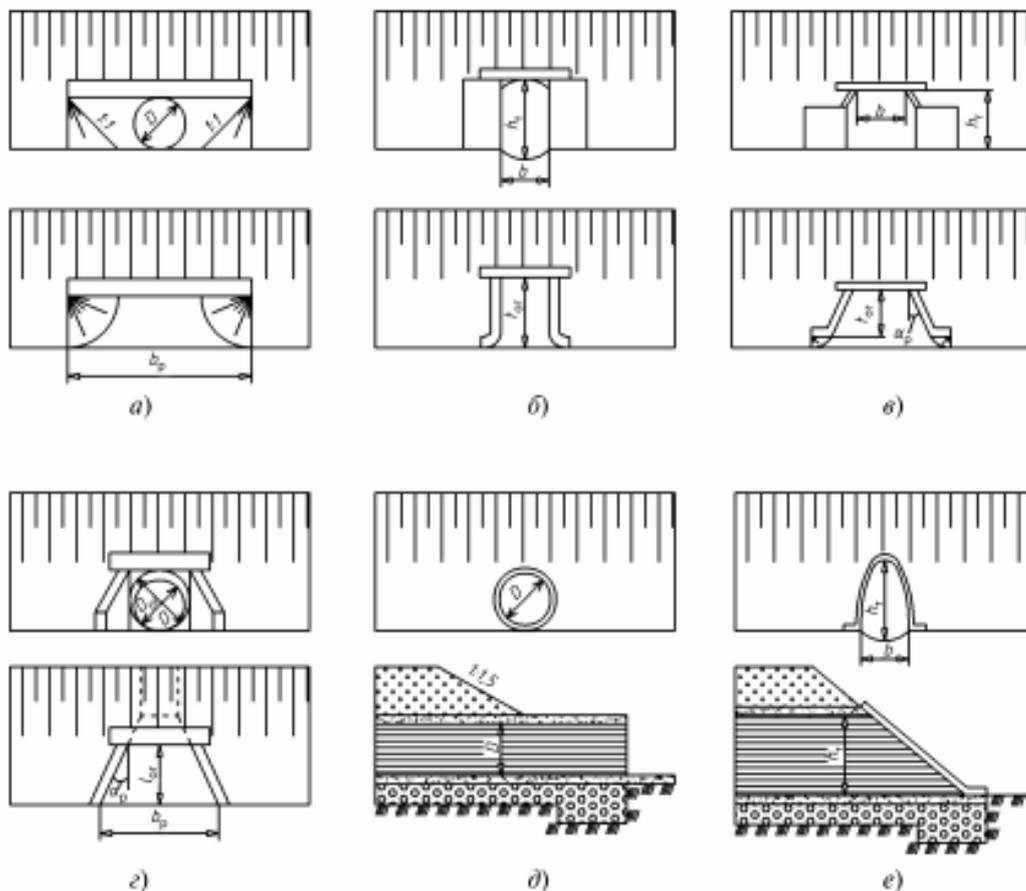


Рис. 1.22. Формы и типы оголовков водопропускных труб:

- а – круглая с порталным оголовком; б – овоидальная с коридорным оголовком;  
 в – прямоугольная с раструбным оголовком; г – круглая с раструбным оголовком; д – круглая безоголовочная; е – овоидальная с воротниковым оголовком; а, б, в, г – фасад и план; д, е – фасад и продольный разрез;  
 $h_T$  – вертикальный размер отверстия трубы;  $b$  – ширина отверстия;  $b_p$  – ширина раструба;  $D$  – внутренний диаметр отверстия;  $D_0$  – внутренний диаметр оголовка;  $\alpha_p$  – угол раструбности;  $l_{ог}$  – высота оголовка

В последние десятилетия широкое распространение получили металлические гофрированные трубы (рис. 1.23). Типовые проекты разработаны на трубы диаметром 1,5, 2,3 и 3,0 м. Они могут быть следующего исполнения:

- без оголовков (вертикальный срез); при этом нижняя часть трубы должна выступать из тела насыпи на уровне ее подошвы не менее чем на 0,2 м;
- со срезом параллельно откосу насыпи; при этом нижняя часть трубы должна выступать из тела насыпи на уровне ее подошвы не менее чем на 0,5 м;
- с раструбным оголовком при угле сходимости (раструбности)  $20^\circ$ .



Рис. 1.23. Общий вид гофрированных труб со срезом

Гофрированные трубы обладают рядом достоинств: малой массой, транспортабельностью, быстротой монтажа. Их можно устраивать в несколько ярусов по высоте насыпи (рис. 1.24). Однако при этом они отличаются существенно большей шероховатостью, что связано с наличием на внутренней поверхности гофров. Данное обстоятельство определяет большие критические уклоны по сравнению с технически гладкими трубами. Наиболее ходовые размеры гофров: длина и высота –  $130 \times 32$  мм и  $150 \times 50$  мм. Толщина металлического листа – 1,5; 2,0; 2,5 мм.

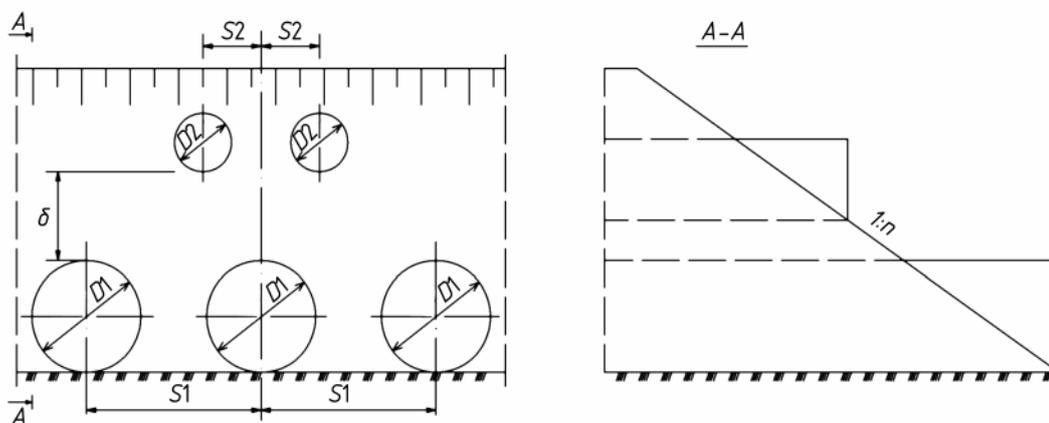


Рис. 1.24. Схема многоярусной трубы  
(размеры  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $\delta$  определяются по СНИП 2.05.03–84)

В гофрированных трубах обычно предусматривают гладкие бетонные лотки, располагаемые на 1 / 4 или 1 / 3 периметра их сечения.

Это позволяет заметно снизить коэффициент шероховатости с 0,030 до 0,025.

Особыми случаями водопропускных сооружений, внешне схожими с водопропускными трубами и поэтому часто к ним относящимися, являются шахтные водосбросы (рис. 1.25) и дюкеры (рис. 1.26).

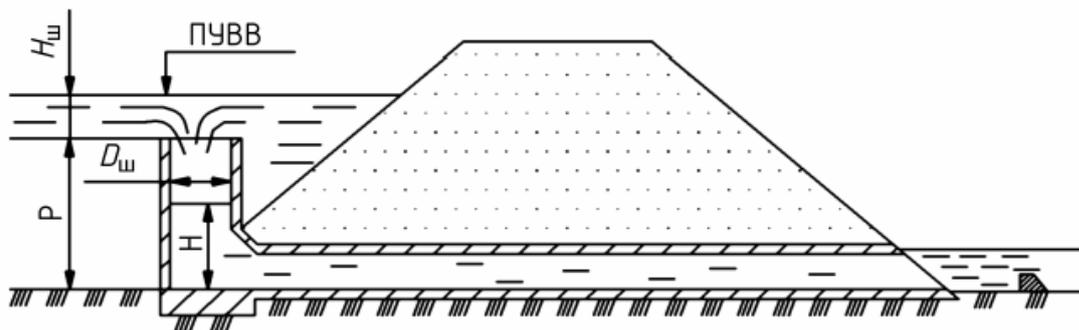


Рис. 1.25. Схема шахтного водосброса:  
 $p$  — высота шахты;  $H_{ш}$  — напор воды перед шахтным водосбросом;  
 $D_{ш}$  — диаметр шахты;  $H$  — подпор перед трубой; ПУВВ — поверхностный уровень высокой воды

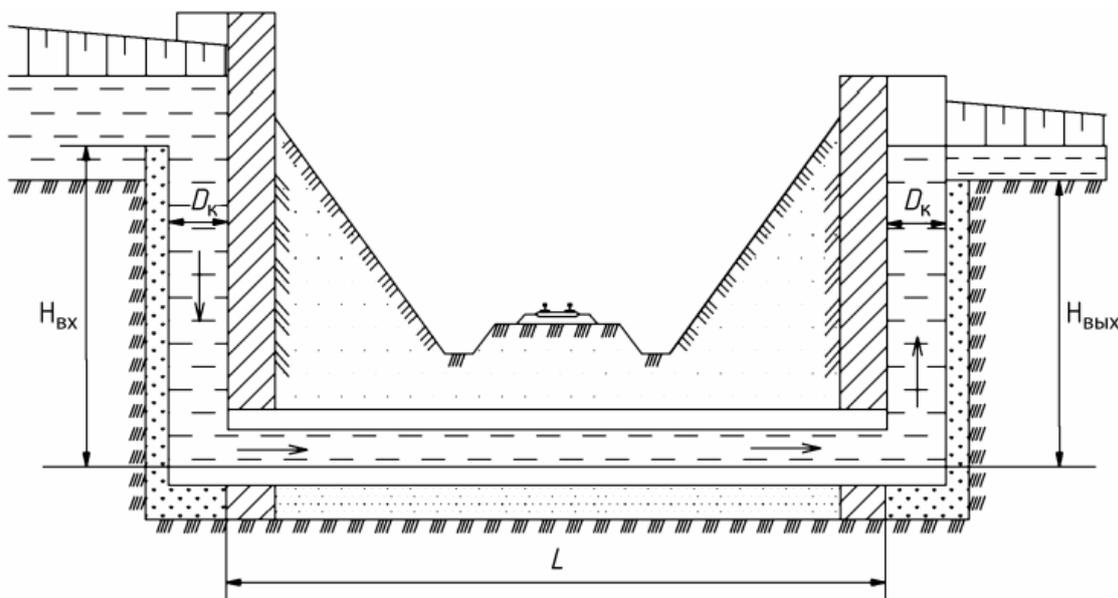


Рис. 1.26. Схема дюкера:  
 $H_{вх}$  — отметка дна входного колодца;  $H_{вых}$  — отметка дна выходного колодца;  
 $D_к$  — диаметр колодцев;  $L$  — длина дюкера между колодцами

Шахтные водосбросы создают в целях формирования перед дорогой прудов и водохранилищ, а также сброса воды на косогорах.

Дюкеры сооружают в выемках на зарегулированных водотоках (например, оросительных каналах в районах поливного и орошаемого земледелия), а также для пропуска паводковых вод. Труба дюкера всегда работает полным сечением. Диаметр колодцев должен быть не менее 1,0 м для возможности проведения смотровых работ.

### 1.6.3. Технология строительства водопропускных труб

Технология устройства водопропускной трубы определяется материалом изготовления и организационными возможностями. Наилучший вариант устройства труб в общем календарном цикле – до возведения земляного полотна. Если это невозможно, то трубы приходится монтировать одновременно с отсыпкой земляного полотна или после окончания отсыпки его на данном участке трассы.

В этом случае размеры оставляемых разрывов в насыпи должны назначаться с учетом способа отсыпки грунта, планирующих и уплотняющих средств. Расстояние между торцевым откосом насыпи и трубой должно быть с каждой стороны не менее 4 м, а общая длина разрыва – не менее 10 м.

Металлические гофрированные секции собирают, скрепляя их болтовыми соединениями, и целиком транспортируют на объект.

В настоящее время основным материалом изготовления труб является бетон (железобетон). Применение сборных труб обеспечивает сокращение продолжительности, снижение стоимости и повышение качества строительства. Монолитные трубы допустимы только в отдельных труднодоступных районах строительства или при соответствующем обосновании.

Элементы сборных железобетонных труб изготавливают на заводах или полигонах, обслуживающих строительство автомобильной дороги. Изготовление элементов конструкции состоит из следующих операций: заготовки арматурных стержней, изготовления сеток, сборки арматурных каркасов; изготовления, сборки, смазки, разборки и очистки опалубки; укладки и уплотнения бетонной смеси; отделки и пропаривания элемента. От завода (полигона) или ближайшей железнодорожной станции их доставляют к месту постройки трубы автомобилями или тракторами на прицепах.

Строительно-монтажные работы при устройстве водопропускных труб состоят из трех этапов.

**Подготовительные работы** включают:

- устройство временных дорог для подъезда к объекту;
- установку средств ограждения места производства работ;
- удаление растительности, камней и мусора, плодородного слоя с вывозом или обвалованием;
- восстановление оси трассы и разбивку оси трубы с закреплением знаков геодезической основы, планировку строительной площадки;

– отвод существующего русла, устройство водоотводной канавы, запруды или защитных ограждений от паводков.

Подготовительные мероприятия должны быть закончены до начала производства основных работ. Окончание подготовительных работ на строительной площадке должно быть принято по акту о выполнении мероприятий по безопасности труда.

**Основные работы** включают весь технологический цикл непосредственного создания сооружения.

Разработку котлована начинают прямо перед устройством фундамента. Рытье котлована шириной до 3 м осуществляют экскаваторами, а при ширине котлована более 3 м и отсутствии грунтовых вод – бульдозерами. Котлован имеет переменную глубину, увеличивающуюся в зонах русла и оголовков. Это вызвано в первую очередь теплоизолирующим эффектом насыпи земляного полотна, снижающей глубину промерзания в центральной части водопропускной трубы. Уширения в зонах русла и оголовков обусловлены созданием укрепления на входе и выходе водного потока.

При продольной разработке котлована бульдозером отвалы грунта устраивают по сторонам лога, не допуская накопления воды у котлована. Дно котлована окончательно зачищают, планируют и при необходимости уплотняют. Доставляемые железобетонные плиты разгружают краном и укладывают вдоль котлована. Транспорт подъезжает к крану задним ходом, чтобы не допустить проноса плиты над кабиной водителя. После укладки первых плит кран опирается на них, а новые плиты укладывает позади себя, обеспечивая возможность последующего перемещения вдоль котлована.

Общая толщина основания назначается из соображений морозоустойчивости всей конструкции и поэтому не должна быть меньше глубины промерзания в рассматриваемом сечении сооружения. Основание бесфундаментных труб устраивают при благоприятных геологических условиях. В этом случае на дне котлована делают основание из щебня или гравия с уплотнением пневматическими или электрическими трамбовками. Верх основания устраивается с учетом уклона и строительного подъема трубы.

Фундаменты из бетонных блоков устраивают при неблагоприятных геологических условиях. Блочный фундамент монтируют стреловым краном, грузоподъемность которого соответствует максимальной массе блока и вылета стрелы. Сначала собирают фундаменты оголовков до уровня подошвы фундаментов секций трубы. Затем скосы котлована, устраиваемые в местах сопряжения более глубоких котлованов оголовков с подошвой котлована под секции трубы, заполняют щебнем с заливкой цементным раствором или песчано-гравийной смесью слоями 10–15 см с тщательным уплотнением трамбованием. Фундамент собирают по направлению от выходного оголовка к входному. Блоки укладывают на слой цементного

раствора толщиной 1–2 см по уровню и с перевязкой швов. Сам цементный раствор распределяют поверх песчаного слоя. Разница соседних блоков по высоте не должна превышать 10 мм. После окончания сборки и приемки фундамента пазухи между стенками котлована и фундамента засыпают грунтом. Засыпку производят одновременно с обеих сторон фундамента горизонтальными слоями толщиной 15–20 см с послойным уплотнением. Монолитные бетонные фундаменты устраивают только в тех случаях, когда вблизи строящегося объекта имеется возможность получить готовую цементобетонную смесь.

Если звенья трубы заранее не подвезли, то их доставляют одновременно с устройством фундамента. При перевозке в кузовах автомобилей или прицепах звенья укладывают горизонтально (на бок) или устанавливают вертикально (стоя). Перевозка звеньев круглых труб в вертикальном положении в пересеченной местности и по грунтовым дорогам безопаснее, чем в горизонтальном. При перевозке в горизонтальном положении звенья необходимо надежно закрепить на транспортных средствах, подкладывая под них деревянные подкладки, которые для надежности надо прибить гвоздями к полу кузова. При перевозке звеньев в горизонтальном положении упрощаются и ускоряются погрузочно-разгрузочные работы, тогда как перевозка в вертикальном положении требует дополнительной операции переворачивания звеньев при выгрузке. Разгрузку элементов труб проводят кранами. Сбрасывать элементы с автомобиля запрещается. В случае производственной необходимости разрешается перекатывание круглых звеньев, но только по горизонтальной поверхности. При этом рабочие должны находиться сзади перекатываемого звена. Доставленные на строительную площадку элементы труб укладывают вдоль котлована трубы, оставляя берму шириной не менее 4 м для проезда крана. Все элементы доставляют на объект, как правило, до начала монтажа трубы. Порядок раскладки элементов принимают в соответствии с технологической последовательностью монтажа трубы.

Монтаж сборных элементов следует начинать с выходного оголовка. Вначале устанавливают порталную стенку, затем откосные крылья. После установки всех элементов выходного оголовка приступают к монтажу тела трубы. Допускается одновременный монтаж выходного и входного оголовков. Если круглые звенья укладывают на фундамент без применения лекальных блоков, зазор между нижней образующей звена и плоской поверхностью фундамента обеспечивают деревянными прокладками. Положение устанавливаемых звеньев в плане и профиле контролируют по их внутренней поверхности. Зазоры между торцами звеньев не должны иметь отклонения от проектных более чем на 5 мм.

Затем приступают к гидроизоляции стыков, швов и поверхности трубы. Стыки, образованные при раструбном соединении, зачеканивают цемент-

ным раствором или полимерными герметиками. Швы заделывают жгутами из пакли, пропитанной битумом, или из литой резины как снаружи, так и по возможности изнутри. Жгуты, поставленные с внутренней стороны, должны быть утоплены в шов на 2–3 см.

Для усиления изоляции по швам проводят обмазку цементным раствором. Изоляция поверхности труб бывает двух видов:

1) обмазочная – представляет собой тонкое в два-три слоя покрытие из водонепроницаемой массы, которую наносят на защищаемую наружную или внутреннюю поверхность, предварительно покрытую грунтовочным слоем;

2) оклеечная – выполняют преимущественно из гнилостойких рулонных материалов, приклеиваемых к изолируемой поверхности и покрываемых битумным слоем.

По завершении гидроизоляционных операций приступают к засыпке трубы. Поскольку пазухи между фундаментом и стенками котлована уже заполнены, то производят засыпку трубы в две стадии: сначала на высоту 0,5 м выше поверхности звена трубы; затем на высоту звена плюс 2 м или до проектной отметки земляного полотна, когда высота насыпи менее 2 м.

Возведение насыпи над трубой до проектной отметки выполняет специализированная организация по производству земляных работ. Для засыпки труб применяют местные хорошо уплотняемые грунты, которые можно использовать для возведения земляного полотна, а при возможности – грунты, однотипные с грунтом, используемым при возведении насыпи. Грунт должен быть оптимально увлажнен. Способ транспортирования грунта назначают в зависимости от месторасположения грунтовых карьеров. Засыпку проводят наклонными от трубы слоями с уклоном не круче 1 : 5, толщина которых зависит от грунтоуплотняющих средств.

Лучше всего разравнивание грунта осуществлять бульдозерами, а уплотнение – катками. Виброударные машины приходится использовать в стесненных условиях (в прогалах земляного полотна).

Правила уплотнения грунта при засыпке трубы:

– работы выполняют одновременно с двух сторон с недопущением неравномерности более чем в один слой;

– масса катка не должна превышать 12 т во избежание подвижки звеньев из-за излишнего бокового давления грунта и опасности повреждения целостности звеньев при уплотнении защитного слоя над трубой;

– проходы катка организуют в поперечном направлении земляного полотна, т.е. вдоль трубы;

– расстояние от края вальца до поверхности трубы должно быть не менее толщины уплотняемого слоя;

– при использовании трамбующих плит расстояние от края плиты до поверхности трубы должно составлять не менее 3 м.

Проектом могут быть предусмотрены укрепительные работы от размыва откосов насыпи у оголовков и русла на подходе к трубе и выходе из нее. Откосы укрепляют сборными плитами или мощением камнем по основанию из песчано-щебеночной смеси (с устройством упора в подошве откоса), а также геосетками. Русла труб укрепляют монолитным бетоном или сборными плитами в направлении от оголовка к полю после укрепления откосной части насыпи.

**Заключительные работы** включают:

- уборку строительного мусора и отбракованных элементов;
- демонтаж и вывоз железобетонных плит;
- сворачивание средств ограждения места производства работ;
- передислокацию техники на следующий объект или на базу.

## 2. ПРОЕКТ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ НА СТРОИТЕЛЬСТВО УЧАСТКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

### 2.1. Состав и содержание работы по проектированию участка автодороги

Выполнение работы по дисциплине «Основы организации и управления в строительстве» предусмотрено для студентов всех форм обучения в соответствии с учебным планом и рабочей программой по направлению 08.03.01 «Строительство», профиль «Автомобильные дороги и аэродромы».

Целью выполнения работы является проверка и закрепление знаний, полученных в ходе изучения дисциплины «Основы организации и управления в строительстве», и приобретение практических навыков в организации работы, а также разработка календарного плана строительства участка автомобильной дороги и расчет технико-экономических показателей.

Выполнение основных расчетов дает возможность приобрести навыки в работе с нормативно-справочными материалами и технико-экономическими показателями с целью их грамотного и профессионального расчета и в дальнейшем уметь анализировать итоги деятельности предприятия и делать на основе анализа правильные выводы.

Работа выполняется на основе задания, методических указаний, сводных таблиц, нормативно-справочных материалов.

Работа состоит из пояснительной записки и чертежа на листе формата А1. Пояснительная записка должна иметь титульный лист, задание, содержание, текст работы, список используемой литературы.

Работа выполняется в следующей последовательности:

– паспорт участка автомобильной дороги (природно-климатические условия строительства участка автомобильной дороги; рельеф участка; технические нормативы проектируемой дороги; схема конструкции дорожной одежды; продольный и поперечный профиль автомобильной дороги; основные характеристики проектируемого участка автомобильной дороги);

– ведомость объемов работ;

– ведомость требуемых ресурсов;

– календарное планирование;

– технико-экономические показатели календарного плана;

– заключение.

Оформляется работа в следующем порядке:

– титульный лист;

– задание;

– содержание;

– введение;

– текст работы;

– заключение;

– список используемой литературы.

Во введении кратко излагается цель работы, содержание проводимых расчетов.

В качестве задания выступает перечень работ по строительству участка автомобильной дороги с заданными объемами.

Бланк задания на разработку самостоятельной работы представлен в прил. 1.

Студенты выполняют работу по варианту, соответствующему последней цифре номера зачетной книжки, или по одному из вариантов по согласованию с преподавателем.

В пояснительную записку должны быть включены все проведенные расчеты согласно содержанию работы.

Текст пояснительной записки должен быть распечатан на одной стороне стандартного листа (А4), страницы должны быть пронумерованы. Нумерация страниц – внизу справа.

При оформлении текста пояснительной записки следует выдерживать поля, одинаковые на всех страницах: верхнее – 2 см, нижнее – 2 см, левое – 3 см, правое – 1,5 см. Межстрочный интервал – полуторный. Рекомендуемая гарнитура набора текста – Times New Roman, размер шрифта основного текста – 14.

Календарный план выполняется на листе формата А1 простым карандашом с учетом требований к оформлению рабочих чертежей либо на компьютере в программе AutoCad.

## 2.2. Паспорт участка автомобильной дороги

В данном разделе студент должен подробно описать дорожно-климатические условия района строительства автомобильной дороги, дать характеристику природных условий. При этом должны быть описаны рельеф местности, почвенно-грунтовые, геолого-гидрологические условия, растительность. Особое внимание должно быть обращено на уровень грунтовых вод, количество атмосферных осадков (дождя, снега), толщину снегового покрова, глубину промерзания грунта, среднесуточную температуру воздуха.

Кроме климатических данных, определяющих отдельные конструктивные проектные решения, должны быть собраны и учтены климатические особенности района строительства, оказывающие влияние на выбор технологии, организацию и сроки производства основных видов дорожно-строительных работ.

В их числе содержатся следующие данные:

- средняя по месяцам температура воздуха, сроки первых и последних заморозков, глубина и сроки промерзания и оттаивания грунта, сроки устойчивого ледостава;
- сроки и уровень горизонтов высоких вод;
- направление, сила и повторяемость ветров (роза ветров);
- период весеннего и осеннего бездорожья на грунтовых дорогах;

– сроки установления и средние и максимальные толщины снегового покрова; наличие интенсивности снежных заносов; для горных районов – сведения о сходах лавин, наличии и характере летних ливневых паводков и др.;

– количество дней в году, когда невозможно производство строительных работ на открытом воздухе.

Даются краткие сведения об экономическом развитии района строительства дороги и расположении основных транспортных путей с указанием вида транспорта и категорий дорог. Обосновывается категория автомобильной дороги и ее назначение. Дается характеристика конструкции дорожной одежды. Приводится технологическая последовательность строительства конструктивных слоев дорожной одежды. Определяется сводная потребность в материальных ресурсах.

В соответствии с выданным заданием устанавливается категория автомобильной дороги и определяются нормативы. Данные заносятся в табл. 2.1.

Т а б л и ц а 2.1

Нормативы строящейся автомобильной дороги

Наименование норматива	Значение нормативного показателя
Категория дороги	
Расчётная скорость, км/ч	
Тип покрытия	
Число полос движения	
Ширина полосы движения, м	
Ширина проезжей части, м	
Ширина пешеходной части тротуаров, м	
Наименьший радиус кривых в плане, м	
Наибольший продольный уклон, ‰	

### 2.3. Ведомость объемов работ

Определение объёмов работ является одним из ответственных этапов разработки календарного плана. По результатам подсчёта объёмов работ определяют потребность в трудовых ресурсах и строительных машинах, в материалах, изделиях и конструкциях, финансовых ресурсах. В соответствии с объёмами работ выбираются методы производства работ, разрабатываются технологические карты для ведущих строительных процессов, определяется сметная стоимость строительно-монтажных работ и технико-экономические показатели проекта.

Объёмы земляных работ служат основанием для принятия технических решений по выбору способа производства этого вида работ, подбору комплекта землеройных машин, разработке очередности и организации производства работ, определению стоимости работ и их продолжительности.

Для расчета ведомости объемов работ задание по вариантам представлено в табл. 2.2.

Т а б л и ц а 2.2

## Задания для выполнения работы по вариантам 1–10

№ п/п	Наименование работ	Ед.изм.	Вар 1	Вар 2	Вар 3	Вар 4	Вар 5	Вар 6	Вар 7	Вар 8	Вар 9	Вар 10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Глава 1												
Подготовительные работы												
1	Разработка грунта с перемещением до 10 м бульдозерами мощностью 59 (80) кВт (л.с.), 2 группа грунтов	100 м <sup>3</sup>	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
2	Валка деревьев мягких пород с корня, диаметр стволов до 16 см	100 шт.	0,3	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39
3	Трелевка древесины на расстояние до 300 м тракторами мощностью 79 (108) кВт (л.с.), диаметр стволов до 20 см. Обоснование коэффициентов: 3.212 Трелевка хлыстов по раскорчеванной просеке (ОЗП*0,8;ЭЭМ*0,8)	100 шт.	0,3	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39
4	Разделка древесины мягких пород, полученной от валки леса, диаметр стволов до 16 см	100 шт.	0,3	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39
5	Корчевка пней в грунтах естественного залегания корчевателями-собирающими на тракторе 79 (108) кВт (л.с.) с перемещением пней до 5 м, диаметр пней до 24 см	100 шт.	0,3	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39

Продолжение табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6	Обивка земли с выкорчеванных пней корчевателями-собирающими на тракторе 79 (108) кВт (л.с.), диаметр пней до 24 см	100 шт.	0,3	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39
7	Вывозка пней тракторными прицепами 2 т на расстояние до 100 м, диаметр деревьев до 32 см	100 шт.	0,3	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39
8	Засыпка ям подкоренных бульдозерами мощностью 79 (108) кВт (л.с.)	100 шт.	0,3	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39
Глава 2												
Земельное полотно												
1	Разработка грунта 1 группы бульдозером мощностью 59 (80) кВт (л.с.), с перемещением до 40 м	100 м <sup>3</sup>	27,644	27,744	27,844	27,944	28,044	28,144	28,244	28,344	28,444	28,544
2	Рыхление грунтов бульдозерами-рыхлителями мощностью 79 (108) кВт (л.с.), глубина рыхления до 0,35 м, длина разрыхляемого участка до 100 м	100 м <sup>3</sup>	13,327	13,427	13,527	13,627	13,727	13,827	13,927	14,027	14,127	14,227
3	Разработка грунта с перемещением до 600 м скреперами самоходными с ковшом вместимостью 15 м <sup>3</sup> , 2 группа грунтов	100 м <sup>3</sup>	137,42	137,52	137,62	137,72	137,82	137,92	138,02	138,12	138,22	138,32
4	Разработка грунта 3 группы с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 0,65 м <sup>3</sup>	100 м <sup>3</sup>	39,086	39,186	39,286	39,386	39,486	39,586	39,686	39,786	39,886	39,986

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	Уплотнение грунта 2 группы прицепными катками на пневмоколесном ходу 25 т на первый проход по одному следу при толщине слоя 40 см (3 прохода)	100 м <sup>3</sup>	189,84	189,94	190,04	190,14	190,24	190,34	190,44	190,54	190,64	190,74
6	Полив водой уплотняемого грунта насыпей	100 м <sup>3</sup>	66,649	66,749	66,849	66,949	67,049	67,149	67,249	67,349	67,449	67,549
7	Планировка откосов и полотна насыпей механизированным способом, группа грунтов 2	100 м <sup>2</sup>	272,8	272,9	273	273,1	273,2	273,3	273,4	273,5	273,6	273,7
8	Обратная навдвижка растительного грунта 1 группы на откосов насыпи бульдозером с перемещением до 40 м.	100 м <sup>3</sup>	27,644	27,744	27,844	27,944	28,044	28,144	28,244	28,344	28,444	28,544
Глава 3												
Дорожная одежда												
1	Устройство подстилающих и выравнивающих слоев оснований, из песка (песок для строительных работ природный м <sup>3</sup> ) 0,4 м	100 м <sup>3</sup>	376,94	377,94	378,94	379,34	380,94	381,94	382,94	383,94,	384,94,	385,94
2	Устройство оснований и покрытия из ГПС 2-х слойных. Нижний слой толщиной 12 см. ГПС оптимального гранулометрического состава (25 см)	1000 м <sup>2</sup>	8,162	9,162	10,162	11,162	12,162	13,162	14,162	15,162	16,162	17,162
3	Розлив вяжущих материалов	т- км	30,32	30,42	30,52	30,62	30,72	30,82	30,92	31,02	31,12	31,22

## Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4	Устройство покрытия толщиной 7 см из горячих а/б каменных материалов 2,5-2,9	1000 м <sup>2</sup>	42,452	42,552	42,652	42,752	42,852	42,952	43,052	43,152	43,252	43,352
5	Розлив вяжущих материалов	т- км	30,32	30,42	30,52	30,62	30,72	30,82	30,92	31,02	31,12	31,22
6	Устройство покрытия толщиной 5 см из горячих а/б смесей плотных крупнозернистых типа АБ, плотность каменных материалов 2,5-2,9 т/м <sup>3</sup>	1000 м <sup>2</sup>	30,323	30,423	30,523	30,623	30,723	30,823	30,923	31,023	31,123	31,223
Глава 4												
Укрепительные работы												
1	Возведение насыпей из резервов экскаваторами «драглайнами» с ковшом вместимостью 0,65 м <sup>3</sup> 1 группы грунта	1000 м <sup>3</sup>	8,581	8,681	8,761	8,861	8,961	9,081	9,181	9,281	9,381	9,481
2	Уплотнение грунта прицепными катками на пневмоколесном ходу 25 т на первый проход по 1 следу при высоте 30 см	1000 м <sup>3</sup>	8,581	8,681	8,761	8,861	8,961	9,081	9,181	9,281	9,381	9,481
3	Планировка площадей механизированным способом: 2 группа грунтов	1000 м <sup>3</sup>	20,241	20,341	20,441	20,541	20,641	20,741	20,841	20,941	21,041	21,141
Глава 5												
Обустройство дороги												
1	Установка дорожных знаков безфундаментных на деревянных брусках	100 шт.	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,2	0,21	0,22	0,23	0,24

Продолжение табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	Установка барьерных ограждений на проходах к мостам и мостовой группы (ж/б)	10 м	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
3	Разметка проезжей части краской сплошной линией шириной 0,1 м	1 км	4,034	4,134	4,234	4,334	4,434	4,534	4,634	4,734	4,834	4,934
Глава 6												
Искусственные сооружения												
1	Устройство сборных фундаментов, труб и опор мостов	100 м <sup>3</sup>	0,4853	0,4953	0,5053	0,5153	0,5253	0,5353	0,5453	0,5553	0,5653	0,5753
2	Укладка звеньев одноочковых водопропускных железобетонных круглых труб под насыпями железобетонных и автомобильных дорог отверстием труб 1 м; высота насыпи до $\frac{3}{4}$ м	1 м <sup>3</sup>	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5	5,1
3	Сооружение оголовков круглых водопропускных труб одноочковых отверстием 1-2 м	1 м <sup>3</sup>	2,9	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8

Продолжение табл. 2.2

Задания для выполнения работы по вариантам 11–20

№ п/п	Наименование работ	Ед.изм.	Вар 11	Вар 12	Вар 13	Вар 14	Вар 15	Вар 16	Вар 17	Вар 18	Вар 19	Вар 20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Глава 1												
Подготовительные работы												
1	Разработка грунта с перемещением до 10 м бульдозерами мощностью 59 (80) кВт (л.с.), 2 группа грунтов	100 м <sup>3</sup>	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
2	Валка деревьев мягких пород с корня, диаметр стволов до 16 см	100 шт.	0,4	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49
3	Трелевка древесины на расстояние до 300 м тракторами мощностью 79 (108) кВт (л.с.), диаметр стволов до 20 см. Обоснование коэффициентов: 3.212 Трелевка хлыстов по раскорчеванной просеке (ОЗП*0,8;ЭЭМ*0,8)	100 шт.	0,4	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49
4	Разделка древесины мягких пород, полученной от валки леса, диаметр стволов до 16 см	100 шт.	0,4	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49
5	Корчевка пней в грунтах естественного залегания корчевателями-собираателями на тракторе 79 (108) кВт (л.с.) с перемещением пней до 5 м, диаметр пней до 24 см	100 шт.	0,4	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49

Продолжение табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6	Обивка земли с выкорчеванных пней корчевателями-собира-телями на тракторе 79 (108) кВт (л.с.), диаметр пней до 24 см.	100 шт.	0,4	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49
7	Вывозка пней тракторными прицепами 2 т на расстояние до 100 м, диаметр деревьев до 32 см.	100 шт.	0,4	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49
8	Засыпка ям подкоренных бульдозерами мощностью 79 (108) кВт (л.с.)	100 шт.	0,4	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49
Глава 2												
Земельное полотно												
1	Разработка грунта 1 группы бульдозером мощностью 59 (80) кВт (л.с.), с перемещением до 40 м	100 м <sup>3</sup>	28,644	28,744	28,844	28,944	29,044	29,144	29,244	29,344	29,444	29,544
2	Рыхление грунтов бульдозерами-рыхлителями мощностью 79 (108) кВт (л.с.), глубина рыхления до 0,35 м, длина разрыхляемого участка до 100 м	100 м <sup>3</sup>	14,327	14,427	14,527	14,627	14,727	14,827	14,927	15,027	15,127	15,227
3	Разработка грунта с перемещением до 600 м скреперами самоходными с ковшем вместимостью 15 м <sup>3</sup> , 2 группа грунтов	100 м <sup>3</sup>	138,42	138,52	138,62	138,72	138,82	138,92	139,02	139,12	139,22	139,32
4	Разработка грунта 3 группы с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшем вместимостью 0,65 м <sup>3</sup>	100 м <sup>3</sup>	40,086	40,186	40,286	40,386	40,486	40,586	40,686	40,786	40,886	40,986

Продолжение табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	Уплотнение грунта 2 группы прицепными катками на пневмоколесном ходу 25 т на первый проход по одному следу при толщине слоя 40 см (3 прохода)	100 м <sup>3</sup>	190,84	190,94	191,04	191,14	191,24	191,34	191,44	191,54	191,64	191,74
6	Полив водой уплотняемого грунта насыпей	100 м <sup>3</sup>	67,649	67,749	67,849	67,949	68,049	68,149	68,249	68,349	68,449	68,549
7	Планировка откосов и полотна насыпей механизированным способом, группа грунтов 2	100 м <sup>2</sup>	273,8	273,9	274	274,1	274,2	274,3	274,4	274,5	274,6	274,7
8	Обратная навдвижка растительного грунта 1 группы на откосов насыпи бульдозером с перемещением до 40 м	100 м <sup>3</sup>	28,644	28,744	28,844	28,944	29,044	29,144	29,244	29,344	29,444	29,544
Глава 3												
Дорожная одежда												
1	Устройство подстилающих и выравнивающих слоев оснований, из песка (песок для строительных работ природный м <sup>3</sup> ) 0,4 м	100 м <sup>3</sup>	386,94	387,94	388,94	389,94	390,94	391,94	392,94	393,94	394,94	395,94
2	Устройство оснований и покрытия из ГПС 2-х слойных. Нижний слой толщиной 12 см. ГПС оптимального гранулометрического состава (25 см)	1000 м <sup>2</sup>	18,162	19,162	20,162	21,162	22,162	23,162	24,162	25,162	26,162	27,162
3	Розлив вяжущих материалов	т-км	31,32	31,42	31,52	31,62	31,72	31,82	31,92	32,02	32,12	32,22
4	Устройство покрытия толщиной 7 см из горячих а/б каменных материалов 2,5–2,9	1000 м <sup>2</sup>	43,452	43,552	43,652	43,752	43,852	43,952	44,052	44,152	44,252	44,352

## Продолжение табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	Розлив вяжущих материалов	т-км	31,32	31,42	31,52	31,62	31,72	31,82	31,92	32,02	32,12	32,22
6	Устройство покрытия толщиной 5 см из горячих а/б смесей плотных крупнозернистых типа АБ, плотность каменных материалов 2,5–2,9 т/м <sup>3</sup>	1000 м <sup>2</sup>	31,323	31,423	31,523	31,623	31,723	31,823	31,923	32,023	32,123	32,223
Глава 4												
Укрепительные работы												
1	Возведение насыпей из резервов экскаваторами «драглайнами» с ковшом вместимостью 0,65 м <sup>3</sup> 1 группы грунта	1000 м <sup>3</sup>	9,581	9,681	9,781	9,881	9,981	10,081	10,181	10,281	10,381	10,481
2	Уплотнение грунта прицепными катками на пневмоколесном ходу 25 т на первый проход по 1 следу при высоте 30 см	1000 м <sup>3</sup>	9,581	9,681	9,781	9,881	9,981	10,081	10,181	10,281	10,381	10,481
3	Планировка площадей механизированным способом: 2 группа грунтов	1000 м <sup>3</sup>	21,241	21,341	21,441	21,541	21,641	21,741	21,841	21,941	22,041	22,141
Глава 5												
Обустройство дороги												
1	Установка дорожных знаков безфундаментных на деревянных брусках	100 шт.	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,3	0,31	0,32	0,33	0,34
2	Установка барьерных ограждений на проходах к мостам и мостовой группы (ж/б)	10 м	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49

Окончание табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3	Разметка проезжей части краской сплошной линией шириной 0,1 м	1 км	5,034	5,134	5,234	5,334	5,434	5,534	5,634	5,734	5,834	5,934
Глава 6												
Искусственные сооружения												
1	Устройство сборных фундаментов, труб и опор мостов	100 м <sup>3</sup>	0,5853	0,5953	0,6053	0,6153	0,6253	0,6353	0,6453	0,6553	0,6653	0,6753
2	Укладка звеньев одноочковых водопропускных железобетонных круглых труб под насыпями железобетонных и автомобильных дорог отверстием труб 1 м; высота насыпи до $\frac{3}{4}$ м	1 м <sup>3</sup>	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6	6,1
3	Сооружение оголовков круглых водопропускных труб одноочковых отверстием 1–2 м	1 м <sup>3</sup>	3,9	4	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8

## 2.4. Ведомость требуемых ресурсов

В ведомости требуемых ресурсов на основе норм и проектных данных определяются необходимые для выполнения работ производственные ресурсы: затраты труда рабочих (чел.-ч), время использования строительных машин и механизмов (маш.-ч), расход материалов в натуральных единицах измерения. Для определения этих показателей используются следующие источники:

- сборники ТЕР-2001 – территориальные единичные расценки (№1 «Земляные работы», №27 «Автомобильные дороги» и №30 «Мосты и трубы»);

- сборники ГЭСН – Государственные Элементные Сметные Нормы (названия и номера сборников идентичны ТЕР);

- сборники ЕНиР – Единые Нормы и Расценки (названия сборников идентичны ГЭСН).

Для составления ведомости требуемых ресурсов необходимо начертить таблицу, куда в последующем будут заноситься все данные. Рекомендуемая форма ведомости требуемых ресурсов представлена в табл. 2.3. Порядок расчета ведомости требуемых ресурсов приведен в табл. 2.4.

**Территориальные единичные расценки (ТЕР)** – это сметные нормативы, содержащие расценки на выполнение единичных строительных работ на территории субъектов Российской Федерации.

Данные сметные нормативы регламентируют общественно необходимые, выраженные в натуральной форме размеры отдельных элементов прямых затрат, приходящихся на единицу объема строительных работ и конструктивных элементов, – расход строительных материалов, затраты труда строительных рабочих и времени работы строительных машин.

В нормах находят отражение наиболее прогрессивные, экономичные проектные решения и индустриальные методы производства работ. Сметные нормы служат базой для определения сметной стоимости отдельного вида работ, конструкций и зданий.

Сметные нормы группируются по видам работ, степени агрегирования, по назначению и видам строительства. По видам строительства они подразделяются на общестроительные и специальные; по степени агрегирования – на отдельные виды работ и специальные конструктивные элементы, укрупненные системные нормы на конструктивные части здания и отдельные сооружения; по назначению – на отдельные виды работ, на временные здания и сооружения, на производство работ в зимнее время, на содержание дирекции строящихся предприятий и др.; по видам строительства – для жилищно-гражданского, промышленного, гидротехнического, энергетического, сельского и т.д.

Использование тех или иных сметных нормативов зависит в первую очередь от требований к используемым нормативам со стороны заказчика

строительных, ремонтно-строительных, монтажных работ. В частном случае стороны (заказчик и исполнитель) могут договориться о договорных расценках и далее рассчитывать стоимость работ исходя из этого. Чаще всего заказчику желательно использовать либо федеральные, либо территориальные нормативы (если таковые выпускались в данном регионе). Реже применяются отраслевые нормы (например, в нефтедобывающей отрасли энергетики), и еще реже используются нормативы, разработанные конкретной организацией.

Использование федеральных норм в регионах сопровождается их корректировкой с учетом цен на местные материалы. Территориальные же нормативы, выпущенные местными проектными институтами или региональными центрами по ценообразованию, уже учитывают поправки на местные условия, и их использование в регионе гораздо удобнее и поэтому предпочтительнее.

Территориальные и другие сборники ЕР (ТЕР) разрабатывают специалисты Региональных Центров Ценообразования в строительстве (РЦЦС) территориальных образований Российской Федерации, утверждают, вводят в действие и регистрируются в ФГУ Федеральный центр ценообразования в строительстве и промышленности строительных материалов (ФЦЦС), после чего они включаются в Перечень действующих нормативных документов.

**Государственные сметные нормативы.** Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы (далее – ГЭСН) предназначены для определения потребности в ресурсах (затрат труда рабочих-строителей, машинистов, времени эксплуатации строительных машин и механизмов, материальных ресурсов) при выполнении строительных и специальных строительных работ и для составления на их основе сметных расчетов (смет) на производство указанных работ ресурсным и ресурсно-индексным методами.

ГЭСН являются исходными нормами для разработки других сметных нормативов: единичных расценок федерального, территориального и отраслевого уровней, индивидуальных и укрупненных сметных нормативов.

ГЭСН отражают среднеотраслевые затраты на эксплуатацию строительных машин и механизмов, технологию и организацию по видам строительных работ.

ГЭСН отражают усредненный уровень строительного производства на ресурсы и технологию выполнения работ и могут применяться организациями строительного комплекса вне зависимости от форм собственности и ведомственной принадлежности.

Сборники содержат технические части, указания к разделам, таблицы сметных норм и приложения к ним. В технических частях содержится информация о порядке применения расценок и ресурсов, о порядке

определения объемов работ и применения поправочных коэффициентов, учитывающих особые условия производства работ.

Таблицы ГЭСН содержат нормативы:

- затраты труда рабочих;
- средний разряд звена;
- затраты труда машинистов;
- эксплуатация строительных машин и механизмов;
- материалы, изделия и конструкции, необходимые для выполнения работ.

На основании ГЭСН разрабатываются сборники единичных расценок (ЕР) на строительные, монтажные, ремонтные и пусконаладочные работы.

**ЕНиР (Единые Нормы и Расценки)** – эти нормативные документы учитывают практически все виды работ. В них на соответствующую единицу измерения каждой работы показаны:

- состав работ;
- нормативная величина затрат рабочего времени исполнителей-рабочих;
- нормативная величина затрат рабочего времени исполнителей-машинистов;
- заработная плата за единицу измерения выполненной работы;
- рекомендуемый состав звена с указанием квалификации исполнителей.

В настоящее время эти нормативные документы практически не используются для расчета заработной платы, но могут применяться при расчете нормативной трудоемкости по отдельным работам и при формировании трудовых коллективов (звеньев, бригад).

Сборники ЕНиР обычно состоят из вводной и технической частей и ряда параграфов. В технических и вводных частях, а также в параграфах норм помещены различные пояснения, поправки и коэффициенты к нормам времени и расценкам, входящим в состав сборников.

Каждый параграф сборников ЕНиР имеет шифр.

В сборниках, которые не разделяются на выпуски, шифр состоит из двух чисел: первое указывает номер сборника, а второе – параграф внутри сборника.

Когда сборник ЕНиР разбит на отдельные выпуски, шифр параграфа обозначается тремя числами, первое указывает номер сборника, второе – номер выпуска сборника и третье – параграф внутри выпуска.

Шифры сборников норм и расценок применяются во всех случаях, когда нужно сослаться на соответствующий параграф ЕНиР.

Кроме шифров и наименований, в параграфах ЕНиР, как правило, приводятся:

- краткая характеристика машин (для механизированных процессов);

- краткие указания по производству работ (для отдельных сложных строительств процессов или новых видов работ);
- состав работ, в котором перечисляются основные операции, предусмотренные нормами;
- расчетные составы звеньев (численность рабочих и их разряды);
- таблица норм времени и расценок и, если необходимо, примечания к таблицам.

При пользовании сборниками ЕНиР следует иметь в виду, что нормами и расценками учтено и отдельно не оплачивается время, затрачиваемое рабочим на подготовку рабочего места и приведение его в порядок в конце смены, получение материалов из приобъектных складов и подноску их к месту работ на расстояния, указанные в технических частях к нормам, получение и подноску инструментов и мелких приспособлений со сдачей их после окончания работ на склад, переходы в пределах одного объекта, связанные с переменой рабочих мест, заправку и точку инструментов в процессе работы, а также на получение заданий и сдачу выполненных работ.

Также отдельно не оплачиваются затраты времени на набор горючего и воды при заправке машин, смазку, крепление и исправление мелких неисправностей машины в течение рабочей смены, осмотр, опробование и передачу машины при смене бригад.

Следует указать, что к нормам времени и расценкам применяются повышающие коэффициенты при производстве работ в зимнее время, выполнении работ в эксплуатируемых цехах без их остановок и в других случаях, оговоренных в «Общей части» к «Единым нормам и расценкам».

В тех случаях, когда на стройке используется более совершенная технология и более производительные машины или оборудование, чем предусмотрено в соответствующих параграфах производственных норм, пользоваться ими нельзя. На такие работы впредь до введения новых единых норм разрабатываются и применяются местные нормы и расценки, предназначенные для определения потребности в ресурсах (затраты труда рабочих, строительные машины). На строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы, не охваченные ЕНиР, министерства и ведомства могут разрабатывать ведомственные нормы и расценки (ВНиР).

В параграфах ЕНиР и ВНиР, как правило, приводятся:

- а) краткая характеристика машин (для механизированных процессов);
- б) указания по применению норм для отдельных сложных строительных процессов или новых видов работ (при необходимости);
- в) состав работ нормируемого процесса (перечисление основных операций, предусмотренных нормами);
- г) расчетные составы звеньев (наименование профессий и соотношение рабочих по разрядам);
- д) нормы времени (Н.вр) и расценки (Расц) в виде дроби (над чертой – Н.вр, под чертой – Расц) или раздельно в двух смежных графах.

Т а б л и ц а 2.3

Ведомость требуемых ресурсов  
(ведомость укрупненной номенклатуры работ)

№ п/п	Шифр и № позиции норматива	Наименование работ	Объем		Сметная стоимость, руб.	
			единица измерения	количество	за единицу	всего
1	2	3	4	5	6	7

Трудоемкость, чел./час		Состав звена			Потребность в механизмах, маш./час			Потребность в материалах, изделиях, конструкциях				Зарплата строителей и машинистов, руб.	
на единицу	всего	профессия	разряд	количество	наименование механизмов	на единицу	всего	наименование	единица измерения	Требуется		единицы	всего
										на единицу	всего		
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

П р и м е ч а н и е . 1. Требуемые ресурсы рассчитываются для каждой работы, указанной в варианте задания.

2. Расчет ресурсов вести по ТЕР – графы 6, 20, по ГЭСН – графы 8, 13-14, 16-18, по ЕНиР – графы 10-12.

Т а б л и ц а 2.4

## Порядок расчета ведомости требуемых ресурсов

№ графы	Наименование графы		Порядок расчета	
1	№ п/п		Порядковые номера работ	
2	Шифр и № позиции норматива		Присваивается согласно сборникам ТЕР	
3	Наименование работ		Согласно заданию	
4	Объемы	Ед.изм.	Согласно заданию	
5		Кол-во	Согласно заданию	
6	Сметная стоимость	За единицу, руб.	Графа 3 (прямые затраты) соответствующего сборника ТЕР	
7		Всего, тыс. руб.	Произведение графы 5 и 6	
8	Трудоемкость, чел./час	На единицу	Строка «Затраты труда» соответствующего сборника ГЭСН	
9		Всего	Произведение графы 5 и 8	
10	Состав звена	Профессия	Сборник ЕНиР	
11		Состав	Сборник ЕНиР	
12		Количество	Сборник ЕНиР	
13	Потребность в механизмах маш./час	Наименование механизмов	Строка «Машины и механизмы» соответствующего сборника ГЭСН	
14		На единицу	Строка «Машины и механизмы» соответствующего сборника ГЭСН	
15		Всего	Произведение графы 5 и 14	
16	Потребность в материалах, изделиях, конструкциях	Наименование	Строка «Материалы» соответствующего сборника ГЭСН	
17		Единица измерения	Строка «Материалы» соответствующего сборника ГЭСН	
18		Требуется	На единицу	Строка «Материалы» соответствующего сборника ГЭСН
19			Всего	Произведение графы 5 и 18
20	Зарплата строителей и машинистов, руб.	Единицы		Сумма граф 4 (оплата труда рабочих) и 6 (оплата труда машинистов) соответствующего сборника ТЕР
21		Всего		Произведение графы 5 и 20

Нормы времени указываются в человеко-часах, а расценки – в рублях и копейках на принятый в параграфе измеритель.

Расценки подсчитаны умножением часовой тарифной ставки рабочего соответствующего разряда (для строительных процессов, выполняемых индивидуально) или средней часовой тарифной ставки звена (для звеньевых процессов) на норму времени. Для упрощения расчетов по зарплате расценки округлены.

Нормы выработки, как правило, в параграфах ЕНиР и ВНиР не приводятся и при необходимости могут быть рассчитаны делением установленной продолжительности смены на норму времени и умножением полученного результата на количество рабочих, занятых выполнением соответствующей работы.

## 2.5. Календарное планирование

### 2.5.1. Календарный план. Сущность и содержание

В строительной практике часто применяются упрощенные методы планирования, когда, например, составляется лишь перечень работ со сроками их выполнения без должной оптимизации. Однако такое планирование допустимо лишь при решении небольших текущих задач ходе строительства. При планировании же больших объектов работ на весь период строительства нужна тщательная работа по выбору наиболее целесообразной последовательности СМР, их продолжительности, числа участников, необходим учет множества факторов, о которых упоминалось выше. По этим причинам в строительстве находят применение различные формы календарного планирования, позволяющие по-своему оптимизировать планируемый ход работ, возможность маневров и т.д.. К таким формам относят:

- линейные календарные графики;
- сетевые графики.

Кроме того, в зависимости от широты решаемых задач, необходимой степени детализации решений существуют различные виды календарных планов, находящие применение на разных уровнях планирования.

Календарный план – это проектный документ, который определяет последовательность и сроки выполнения отдельных работ, устанавливает их технологическую взаимосвязь в соответствии с характером и объемом строительно-монтажных работ.

Исходными данными для разработки календарного плана являются рабочие чертежи, данные строительных изысканий, сведения о материально-технических ресурсах и нормативные (директивные) сроки строительства. При составлении календарных планов предусматриваются применение передовой технологии производства работ; выполнение строительства поточным методом с максимальной совмещенностью работ, равномерной загрузкой основных исполнителей и равномерным потреблением ресурсов;

выполнение требований технических условий и правил техники безопасности.

Календарным графиком строительства участка автомобильной дороги принято считать документ, отражающий объемы, последовательность, направление и сроки выполнения дорожно-строительных работ.

Наибольшее распространение в практике проектирования организации строительства автомобильных дорог получил линейный календарный график. График позволяет осуществлять детализацию поточного производства до любой степени, начиная от изображения работы комплексного потока одной линией и кончая семейством линий, отражающих работу специализированных отрядов и даже, при необходимости, работу бригад или звеньев.

Составление любого календарного графика строительства автомобильной дороги, в том числе и линейного графика, начинается с определения одного из наиболее важных показателей организации строительства – продолжительности строительства. Этот показатель определяется в соответствии со СНиП 1.04.03-85 «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений», который регламентирует продолжительность строительства автомобильных дорог общей сети II-V технических категорий различной протяженности с различными типами дорожных покрытий. Продолжительность строительства автомобильных дорог устанавливается проектом организации строительства в случаях:

- строительства дороги I категории;
- строительства в I дорожно-климатической зоне;
- проложения трассы дороги в сильнопересеченной и горной местности, где средний объем земляных работ по возведению 1 км земляного полотна дороги превышает для дорог: II категории – 70 тыс. м<sup>3</sup>, III категории – 50 тыс. м<sup>3</sup>, IV категории – 40 тыс. м<sup>3</sup>, V категории – 30 тыс. м<sup>3</sup>;
- проложения трассы дороги по болотам на протяжении более 25 % общей протяженности дороги;
- строительства участков городских автомобильных дорог (улиц), продолжительность строительства которых устанавливается в комплексе с объектами застройки прилегающей территории.

После установления нормативной продолжительности строительства участка автомобильной дороги можно определить составы специализированных отрядов, количество отрядов и направлений их движения.

Процесс построения линейного календарного графика строительства автомобильной дороги (после определения нормативной продолжительности строительства) можно представить в виде последовательного выполнения следующих этапов (расчетов, операций):

1. Определение возможных сроков устройства дорожной одежды, исходя из календарной продолжительности летнего строительного сезона, требований нормативных документов по правилам производства и приемки работ, обеспечения резерва времени на выполнение работ по обстановке дороги после устройства дорожной одежды.

2. Определение возможных сроков возведения земляного полотна исходя из календарной продолжительности летнего строительного сезона (или возможности круглогодичного ведения работ по климатическим условиям или по условиям наличия соответствующих грунтов для возведения земляного полотна), требований нормативных документов по правилам производства и приемки работ, необходимости завершения возведения земляного полотна до начала работ по устройству дорожной одежды, обеспечения резерва времени для выполнения предшествующих работ по строительству искусственных сооружений и подготовительных работ.

3. На основе взаимной увязки возможных сроков устройства дорожной одежды, возведения земляного полотна, строительства искусственных сооружений и выполнения подготовительных работ определение рационального темпа устройства дорожной одежды и календарных сроков его выполнения, а также календарных сроков работ по обстановке дороги (с направлениями специализированных отрядов и их составом).

4. Определение календарных сроков возведения земляного полотна, типов и количества основных машин, направлений движения отрядов исходя из объемов работ и взаимной увязки с завершением работ по строительству искусственных сооружений и началом работ по устройству дорожной одежды.

5. Определение календарных сроков и последовательности строительства искусственных сооружений, составов и количества специализированных отрядов исходя из взаимной увязки с началом работ по возведению земляного полотна и завершением подготовительных работ.

6. Определение календарных сроков и последовательности выполнения подготовительных работ, составов и количества специализированных отрядов исходя из взаимной увязки с началом работ по строительству искусственных сооружений.

Разновидностью календарного графика является ленточный календарный график (иногда называемый графиком, или диаграммой, Ганта), вид которого представлен на рис. 2.1.

Такой график отличается от линейного отсутствием привязки выполняемых работ к линейным участкам трассы и тем самым не имеет возможности графически иллюстрировать календарные сроки выполнения работ в каждой точке трассы, а также направление движения дорожно-строительных потоков.

Наименование работ	Ед. измерения	Объем работ	Продолжительность выполнения работ, смен	Месяцы строительства										
				III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X			
Подготовительные работы отвод земель — 30 га, рубка леса и корчевка пней — 15 га, переустройство ЛЭП 110 кВт — 5шт.	тыс.руб.	708,6	35	■										
Строительство водопропускных труб, всего (в том числе d1,0м — 7 шт/175 пог. м, d1,5м — 5 шт/135 пог. м)	шт./пог. м	12/310	64		■									
Возведение земляного полотна	тыс.м <sup>3</sup>	570	125			■								
Устройство дорожной одежды	тыс.м <sup>2</sup>	128	162				■							
Обстановка дороги (установка дорожных знаков — 25 шт., установка сигнальных столбиков — 150 шт., установка ограждения из криволинейного бруса — 240 м, устройство дорожной разметки — 4800 м <sup>2</sup> )	тыс.руб.	2280	57										■	

Рис. 2.1. Ленточный календарный график

Ленточный график, как и линейный, строится в масштабе времени, которое обычно располагается по горизонтальной оси. Одним из достоинств ленточного графика является сравнительная простота графического изображения процесса строительства, обеспечивающая тем самым и простоту зрительного восприятия.

С помощью обоих описанных графиков возможно осуществить оптимизацию строительных процессов по различным параметрам, например, трудозатратам, потребности в строительных машинах, транспортных средствах, а также равномерности поступления на строительство материалов, изделий и полуфабрикатов.

Самым значительным недостатком представленных выше календарных графиков при использовании на конкретном объекте является практическая невозможность их многократного уточнения и корректировок в соответствии с изменяющимися условиями строительства.

## 2.5.2. Порядок разработки календарного плана в составе проекта производства работ

Порядок разработки КП:

1. Составляют перечень (номенклатуру) работ.
2. В соответствии с ним по каждому виду работ определяют их объемы.
3. Производят выбор методов производства основных работ и ведущих машин.
4. Рассчитывают нормативную машино- и трудоемкость.
5. Определяют состав бригад и звеньев.
6. Выявляют технологическую последовательность выполнения работ.
7. Устанавливают сменность работ.

8. Определяют продолжительность отдельных работ и их совмещение между собой; одновременно по этим данным корректируют число исполнителей и сменность.

9. Сопоставляют расчетную продолжительность с нормативной и вводят необходимые поправки.

10. На основе выполненного плана разрабатывают графики потребности в ресурсах и их обеспечения.

### 2.5.3. Построение календарного плана

Календарный план производства работ на объекте состоит из двух частей: левой – расчетной и правой – графической. Графическая часть может быть линейной (график Ганта, циклограмма) или сетевой.

Форма календарного плана представлена в табл. 2.5.

Левая часть календарного плана (графы с 1 по 9, с 12 по 15) заполняется на основании ведомости требуемых ресурсов. При этом необходимо учесть, что единицы измерения граф «Сметная стоимость», «Трудоемкость» и «Машиноемкость» имеют отличия от единиц измерения, приведенных в ведомости требуемых ресурсов. Так, соответствующие графы календарного плана определяются следующим образом:

- сметная стоимость измеряется в тыс. руб.;
- трудоемкость измеряется в чел.-дн.;
- машиноемкость измеряется в маш.-см.

Графы 10, 11 и 16 заполняются после оптимизации графика (его правой графической части) по продолжительности выполнения отдельных работ, которые, в свою очередь, определяются в зависимости от их объема, фронта работы, последовательности выполнения работ и др. факторов.

При заполнении графы 11 необходимо учитывать, что работы, выполняемые с помощью высокопроизводительных машин (экскаваторов, кранов и др.), планируются, как правило, не менее чем в две смены, а работы, выполняемые с помощью мелких механизмов и вручную, могут планироваться в одну или две смены, в зависимости от заданного срока строительства.

Графа 11 заполняется после корректировки предыдущих граф календарного плана.

Правая часть проектируется в соответствии с принятой продолжительностью того или иного строительного процесса.

График работ (гр. 16) – правая часть календарного плана – наглядно отражает выполнение работ во времени, последовательность и увязку работ между собой.

Т а б л и ц а 2.5

## Календарный график

№ п/п	Наименование работ	Объем		Сметная стоимость работ (тыс.руб.)	Трудоемкость, чел./дн.	Потребность в механизмах			Продолжи- тельность выполнения работ, дн.	Смен- ность работ (1,2 или 3 смены)	Числен- ный состав бригады, чел.	Профессиональный состав бригады			Год		
		единица измерения	количество			наименование	кол-во маш./смен	кол-во мех.				профессия	разряд	количество, чел.	Месяц		
															Дни		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Календарный план проектируется в виде линейного графика. Работы изображаются в виде горизонтальных линий, построенных в масштабе времени. Причем работы, выполняемые в одну смену, изображаются одной линией, а в две – двумя параллельными линиями. Над линиями работ линейного графика слева указывается сметная стоимость в день, тыс.руб., а справа – продолжительность работы, дн.; под каждой работой – количество рабочих в смену.

Основным методом сокращения сроков строительства объектов является поточно-параллельное и совмещенное выполнение строительно-монтажных работ. Работы, не связанные между собой, должны выполняться параллельно и независимо друг от друга. При наличии технологической связи между работами в пределах общего фронта соответственно смещаются участки их выполнения и работы выполняются совмещенно. При этом необходимо особенно строго соблюдать правила охраны труда.

Составление графика (правая часть) следует начинать с ведущей работы или процесса, от которого в решающей мере зависит общая продолжительность строительства объекта. Сопоставляя с нормативной, можно при необходимости сократить продолжительность ведущего процесса, увеличивая сменность и число механизмов, или число исполнителей на работах, выполняемых вручную. В зависимости от периода, на который рассчитан график, и сложности объекта может быть несколько ведущих процессов. Сроки остальных процессов привязываются к ведущему.

Все неведущие процессы можно разделить на две группы: выполняемые поточно (как правило, в равном или кратном ритме с ведущим потоком) и вне потока.

#### 2.5.4. Построение графиков потребления ресурсов

После построения линейного графика строятся графики: дифференциальный график движения рабочих; дифференциальный и интегральный графики освоения денежных средств и др. (перечень графиков может быть изменен по заданию руководителя).

##### График движения рабочей силы

Для оценки календарного плана по потреблению трудовых ресурсов строят так называемый график движения рабочей силы в виде суммирующей эпюры под графиком производства работ, где на каждом отрезке времени суммируется количество рабочих, указанное под линиями графиков работ. При этом календарный план оценивают по коэффициенту неравномерности движения рабочих:

$$K_p = \frac{N_{\max}}{N_{\text{cp}}},$$

где  $N_{\max}$  – максимальное число рабочих по графику, чел.;

$N_{\text{ср}}$  – среднее число рабочих, определяемое путем деления общей трудоемкости  $Q_{\text{общ.}}$ , чел.-дн, на общий фактический срок строительства, дн. Значение величины коэффициента  $K_p$  не должно превышать 1,3–1,5.

Выравнивание графика потребности в рабочих кадрах по объекту в целом достигается путем перераспределения сроков начала и окончания работ. Но это выравнивание является относительным и выполняется только в пределах рациональной технологической последовательности выполнения работ.

### Дифференциальный график капвложений

При выполнении строительно-монтажных работ важно не только равномерное использование труда рабочих, но и рациональное нарастание осваиваемых капитальных вложений, которое достигается путем построения дифференциального графика на основе суммирования ежедневно осваиваемых денежных средств по всем работам при возведении объекта.

Денежные средства, осваиваемые в день по каждой работе, определяются путем деления общей стоимости работы  $C_i$  на ее продолжительность  $t_i$ , т.е.

$$K_i = \frac{C_i}{t_i}.$$

### Интегральный график капвложений

Интегральный график капвложений строится путем суммирования стоимости работ нарастающим итогом по отдельным периодам (месяцам, кварталам), т.е.

$$K_i = K_{i-1} + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n K_{ij},$$

где  $K_i$  – величина освоенных средств на конец  $i$ -го периода, тыс.руб.;

$K_{i-1}$  – капиталовложения, освоенные за предыдущий период (для первого периода  $K_{i-1} = 0$ );

$j = 0, 1, \dots, m$  – число дней в периоде;

$i = 0, 1, \dots, n$  – число выполняемых работ;

$K_{ij}$  – средства, затрачиваемые на выполнение  $i$ -й работы в  $j$ -й день.

После построения календарного плана и трех графиков (движения рабочей силы, интегрального и дифференциального) рассчитываются технико-экономические показатели.

## 2.7. Технико-экономические показатели календарного плана

Разработав календарный план, определяем основные технико-экономические показатели, характеризующие эффективность принятых в плане организационно-технологических решений.

1. Сметная стоимость строительно-монтажных работ по формуле:

$$C_{\text{смп}} = \text{ПЗ} + \text{НР} + \text{СП},$$

где ПЗ – прямые затраты на общестроительные работы, тыс. руб., определяются как сумма графы «Сметная стоимость»;

НР – накладные расходы, тыс. руб., определяются в размере 65 % от фонда оплаты труда основных рабочих (сумма графы 21 ведомости требуемых ресурсов);

СП – сметная прибыль, тыс. руб., определяются в размере 50 % от фонда оплаты труда основных рабочих (сумма графы 21 ведомости требуемых ресурсов).

Сметная стоимость строительно-монтажных работ определяется в двух уровнях цен (базовый 2001 год и текущий уровень). Стоимость работ в текущем уровне цен рассчитывается путем умножения базового уровня на индекс удорожания (задает РЦЦС – Региональный Центр Ценообразования в строительстве Пензенской области – в зависимости от инфляционного процесса).

2. Продолжительность строительства, определяемая по правой части календарного плана, сравнивается с нормативным значением:  $T_{\text{кп}} \leq T_{\text{н}}$ .

Нормативный срок строительства участка автомобильной дороги определяется на основании СНиП 1.04.03-85\* «Нормы продолжительности в строительстве».

3. Общая трудо- и машиноёмкость определяется как суммарная величина в соответствующих графах календарного плана.

4. Удельная трудо- и машиноёмкость на конечный измеритель (чел.-дн/м<sup>2</sup>, маш.-см./м<sup>2</sup> и т.д.) определяется делением соответствующей графы календарного плана на полный объем измерителя.

5. Выработка на 1 чел. – дн. определяется отношением сметной стоимости СМР (руб.) к общей трудоёмкости (чел./дн.).

6. Уровень сборности  $K_{\text{сб}}$  определяется по формуле

$$K_{\text{сб}} = \frac{C_{\text{сб}}}{\text{ПЗ}} \cdot 100\%,$$

где  $C_{\text{сб}}$  – сметная стоимость работ с применением сборных конструкций и деталей, которая определяется суммированием соответствующих работ по графе «Сметная стоимость» календарного плана.

7. Уровень механизации  $K_{\text{мех}}$  находится по формуле

$$K_{\text{мех}} = \frac{C_{\text{мех}}}{\text{ПЗ}} \cdot 100\% ,$$

где  $C_{\text{мех}}$  – сметная стоимость работ, выполняемых с помощью механизмов, руб., которая определяется суммированием соответствующих работ по графе «Сметная стоимость» календарного плана.

8. Коэффициент неравномерности движения рабочей силы  $K_{\text{н}}$  вычисляется по формуле

$$K_{\text{н}} = \frac{R_{\text{max}}}{R_{\text{cp}}}, \quad 1 < K_{\text{н}} < 2,$$

где  $R_{\text{max}}$  – максимальное число рабочих, определяемое по графику движения рабочей силы календарного плана, чел.;

$R_{\text{cp}}$  – среднее число рабочих, определяемое как отношение общих трудозатрат, чел.-дн., к общей продолжительности выполнения работ по календарному плану, дн.

9. Коэффициент совмещения работ  $K_{\text{совм}}$  определяется по формуле

$$K_{\text{совм}} = \frac{\sum ti}{T_{\text{кп}}} > 1,$$

где  $\sum ti$  – продолжительность работ, выполняемых последовательно одна за другой.

Продолжительность строительства участка автомобильной дороги можно определить по подсчету дней на календарном плане, либо суммой продолжительности всех строительных работ.

## Рекомендуемая литература

1. Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации [Текст]: изд. офиц. – Пенза: Правительство Пензенской области, 2003. – 108 с. –

2. Территориальные единичные расценки ТЕР 81-02-27-2001. Сборник №27. Автомобильные дороги [Текст]: взамен СНИП IV-2-82, СНИП 4.02-91, СНИП 4.05-91; введ. в действие Госстроем России 1.05.2000. – Изд. офиц. – Пенза: Правительство Пензенской области, 2003. – 73 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

3. Территориальные единичные расценки ТЕР 81-02-30-2001. Сборник №30. Мосты и трубы [Текст]: взамен СНИП IV-2-82, СНИП 4.02-91, СНИП 4.05-91; введ. в действие Госстроем России 1.05.2000. – Изд. офиц. – Пенза: Правительство Пензенской области, 2003. – 39 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

4. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы ГЭСН 81-02-01-2001. Сборник №1. Земляные работы [Текст]: утв. и введ. в действие Госстроем России 1.05.2000. – Изд. офиц. – М.: Госстрой России, 2002. – 204 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

5. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы ГЭСН 81-02-27-2001. Сборник №27. Автомобильные дороги [Текст]: утв. и введ. в действие Госстроем России 15.07.2001. – Изд. офиц. – М.: Госстрой России, 2001. – 121 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

6. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы ГЭСН 81-02-30-2001. Сборник №30. Мосты и трубы [Текст]: утв. и введ. в действие Госстроем России 1.05.2000. – Изд. офиц. – М.: Госстрой России, 2002. – 72 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

7. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы ЕНиР Сборник Е2. Земляные работы. Вып.1. Механизированные и ручные земляные работы [Текст]: внесено изм. Государственным строительным комитетом СССР [и др.] 18.12.1990. – М.: Стройиздат, 1988. – 224 с.

8. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы ЕНиР Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып.3. Мосты и трубы [Текст]: утв. Государственным строительным комитетом СССР [и др.] 05.12.1986. – М.: Стройиздат, 1987. – 63 с.

9. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы ЕНиР Сборник Е17. Строительство автомобильных дорог. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения [Текст]: утв. Государственным строительным комитетом СССР [и др.] 05.12.1986. – М.: Стройиздат, 1987. – 31 с.

10. Васильев, А.П. Строительство и реконструкция автомобильных дорог [Текст]: справочник-энциклопедия дорожника. Т.1. / А. П. Васильев, Б. С. Марышев [и др.]. – М.: Информавтодор, 2015.

11. Гаврилина, И.Н. Проектирование организации строительства и и производства дорожно-строительных работ [Текст]: методические указания / И.Н. Гаврилина, Е.Н. Малясова; под ред. С.Г. Головнева. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 56 с.

12. Демидов, Д.В. Технология и организация строительства автомобильных дорог. Часть 2. Устройство дорожной одежды и обустройство дороги. Построение календарного графика строительства автомобильной дороги [Текст]: методические указания для студентов специальности 291000 «Автомобильные дороги и аэродромы» очной и заочной форм обучения / Д.В. Демидов, Б.А. Кошелев и др. – Екатеринбург, 2012. – 40 с.

13. Дикман, Л.Г. Организация строительного производства [Текст]: учебник для строит. вузов / Л.Г. Дикман. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 512 с.

14. Ольховиков, В. М. Строительство дорожных оснований [Текст]: учеб. пособие / В.М. Ольховиков. – М.: Техполиграфцентр, 2008.

15. Тимиров, Э.В. Технология и организация строительства автомобильных дорог [Текст]: методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы» / Э.В. Тимиров. – Набережные Челны: ИНЭКА, 2012. – 30 с.

16. Ушаков, В.В. Строительство автомобильных дорог [Текст]: учебник / В.В. Ушаков [и др.]; под ред. В. В. Ушакова и В. М. Ольховикова. – М.: КНОРУС, 2013. – 576 с.

17. Федотов, Г.А. Проектирование автомобильных дорог [Текст]: справочник-энциклопедия дорожника / Г. А. Федотов [и др.]; под ред. Г. А. Федотова. – М.: Информавтодор, 2007. – Т.5

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА  
Кафедра экономики, организации и управления производством**

**ЗАДАНИЕ**

***на самостоятельную работу по дисциплине  
«Основы организации и управления в строительстве»***

**Срок выполнения работы:**

Начало \_\_\_\_\_ Окончание \_\_\_\_\_

Выдано студенту \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

1. Разработать проект по организации работ на строительство жилого комплекса

**ВАРИАНТ**

2. Срок строительства:

Начало строительства \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Окончание \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

3. Источники снабжения

Водой \_\_\_\_\_ централизованно

Электроэнергией \_\_\_\_\_ централизованно

Теплом \_\_\_\_\_ централизованно

4. Источник снабжения строительства: необходимыми строительными материалам  
с приобъектного склада

5. Способы завоза на строительство материалов \_\_\_\_\_ автотранспортом

6. Состав работы:

Календарный план строительства участка автомобильной дороги, включающий:

- график движения рабочей силы;
- дифференциальный график капиталовложений;
- интегральный график капиталовложений.

Объем проекта – 1 лист формата А-1 и пояснительная записка

**Рекомендуемая литература:**

1. Дикман Л. Г. Организация строительного производства. – М.:АСВ, 2002.
2. Гаевой А.Ф., Усик С.А. Курсовое и дипломное проектирование. – М. Стройиздат, 1987.
3. Шлапакова Н.А., Белянская Н.М., Глазкова С.Ю. Основы организации и управления в строительстве: в 2 ч. – Пенза, ПГУАС, 2013.
4. СНиП 12-03-99. Безопасность труда в строительстве.
5. СНиП 3.01.01-85\* (95). Организация строительного производства.
6. СНиП 1.04.03-85\* (91). Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений.

**Задание выдал \_\_\_\_\_**

### 3. ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

#### 3.1. Выбор рациональных методов строительства сооружений

При строительстве отдельных объектов или комплексов сооружений могут применяться различные варианты их возведения, отличающиеся друг от друга используемыми средствами механизации и технологией производства отдельных видов работ, продолжительностью их выполнения, сроками их начала и окончания, методами монтажа конструкций, технологической последовательностью работ, степенью совмещения строительных, монтажных и пусконаладочных работ. При этом каждый из возможных вариантов имеет свою определенную эффективность, а также положительные и отрицательные стороны. Поэтому на практике часто возникает необходимость оценки каждого из возможных вариантов и выбора из них наилучшего, т.е. наиболее рационального (оптимального).

Выбор оптимального варианта технологии, механизации и организации строительства в общем случае состоит из решения следующих задач: выбора способов производства строительно-монтажных работ, включая выбор строительных машин и транспортных средств; выбора вариантов организации отдельных видов строительных и монтажных процессов, включая компоновку и определение параметров строительных потоков; выбора вариантов организации строительства отдельных объектов и пусковых комплексов.

Наиболее рациональной, или оптимальной, считают такую организацию возведения объектов и комплексов, при которой строительство выполняется в оптимальные сроки с применением совершенной (передовой) технологии и механизации работ при наиболее рациональном совмещении строительных, монтажных и пусконаладочных работ, обеспечивающем минимальные затраты на строительство всех сооружений пускового комплекса.

Оптимальный вариант строительства объектов сооружений или пускового комплекса в целом выбирают, оценивая каждый из возможных вариантов и выполняя их технико-экономическое сопоставление. В качестве критерия при таком сопоставлении согласно Инструкции по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений принимается минимум приведенных затрат на строительство объектов.

### 3.2. Основные способы устройства подземной части заглубленных сооружений

Особенностью строящихся береговых и русловых водозаборов, предназначенных для забора воды из поверхностных источников, равно как и насосных станций первого подъема, проектируемых часто совместно с водозаборами, и в определенной мере канализационных насосных станций является прежде всего значительное заглубление их в землю, что усложняет строительство. Подземная часть этих сооружений проектируется обычно в виде железобетонного массивного колодца прямоугольной или цилиндрической формы. Размеры колодцев в плане, а также по глубине своего заложения достигают десятков метров при толщине стен до 3 м. При этом строительство часто ведется в сложных условиях неустойчивых водонасыщенных грунтов. Все это затрудняет их возведение.

Поэтому очень важно при строительстве заглубленного водозаборного сооружения или насосной станции правильно выбрать наиболее эффективный для данных условий способ устройства его подземной части, позволяющий выполнить работы в минимальные сроки при наименьших затратах трудовых и материальных ресурсов. Выбор того или иного устройства подземной части заглубленного сооружения зависит от многих факторов, и прежде всего от размеров и его формы в плане, глубины заложения, геологических и гидрогеологических условий, производственных возможностей строительной организации (наличие необходимых машин и оборудования) и др. На практике сейчас применяют три основных способа устройства подземной части таких сооружений – способ открытого котлована, способ опускного колодца и способ «стена в грунте». Каждый из указанных способов имеет свои преимущества и недостатки, а также свою область применения.

*Способ устройства подземной части заглубленных сооружений в открытом котловане* является традиционным, давно освоенным, наиболее простым и распространенным. Сущность его состоит в том, что до начала монтажа сооружения разрабатывают котлован с откосами необходимых размеров в плане и по глубине. Крутизну откосов устанавливают в зависимости от глубины котлована, свойств грунтов и уровня залегания грунтовых вод, причем так, чтобы была обеспечена необходимая устойчивость откосов для создания безопасных условий работы в котловане.

Обычно в открытых котлованах строят сооружения сложной конфигурации и больших размеров, что возможно при малом заглублении сооружения в устойчивых, необводненных грунтах. При устройстве котлованов в обводненных грунтах (например, для русловых и береговых водозаборов, расположенных в пойме рек и водоемов) их осушают, применяя в

зависимости от вида грунтов непрерывный открытый водоотлив или искусственное водопонижение.

При устройстве котлованов для колодцев водозаборов берегового типа, выступающих своей передней частью в русло водоема, их со стороны водоема ограждают дамбами или перемычками, также организуя непрерывный водоотлив. При оплывающих водонасыщенных грунтах котлованы приходится ограждать шпунтовыми, а иногда даже ледопородными стенками, созданными методом искусственного замораживания.

Способ открытого котлована, несмотря на свою простоту и освоенность, имеет все же ряд существенных недостатков. Так, значительные размеры подземной части сооружений требуют рытья для них больших и глубоких котлованов, что сопряжено с необходимостью выполнения больших объемов земляных работ. Кроме того, водонасыщенность грунтов часто приводит к затоплению котлованов грунтовыми водами, а это вынуждает проводить работы по организации круглосуточного водоотлива и системы искусственного водопонижения. Эти недостатки приводят к затягиванию сроков и удорожанию строительства. В слабых и водонасыщенных оплывающих грунтах этот способ устройства заглубленных сооружений становится практически вообще невозможным. Применение способа открытого котлована также затрудняется при возведении заглубленных сооружений в стесненных условиях существующей застройки.

*Способ опускного колодца* состоит в том, что по мере разработки грунта внутри бетонного колодца, стены которого внизу выполнены в виде заостренной ножевой части, он под действием собственного веса погружается на заданную глубину. Эффективность этого способа особенно возросла после внедрения предложения инженера Н.В. Озерова о применении глинистых тиксотропных растворов или суспензий для уменьшения сил трения стен погружаемого колодца о грунт. Это позволило значительно уменьшить массу колодцев и толщину стен, использовать промышленные методы монтажа колодцев из тонкостенных сборных железобетонных стеновых панелей.

Опускным способом могут возводиться колодцы значительных размеров при глубине погружения до 70 м. Этот метод, получивший в последнее время распространение при возведении заглубленных сооружений, позволил во многих случаях существенно ускорить работы, снизить их общую трудоемкость и в конечном счете ускорить и удешевить строительство сооружений. Этим способом можно выполнять работы без водоотлива и водопонижения, при этом не требуются большие строительные площадки, что дает возможность возводить заглубленные сооружения в стесненных условиях существующей застройки, а также при высоком уровне грунтовых вод.

К недостаткам опускного способа следует отнести то, что его не всегда можно применить на практике. Например, он малоэффективен при опасности суффозии грунтов (вынос мелких фракций вместе с откачиваемой грунтовой водой) или при выпирании грунта внутрь сооружения ниже стен колодца. Опускной способ малоэффективен также при погружении колодца в сильно проницаемых водонасыщенных грунтах из-за необходимости непрерывного водопонижения или водоотлива. Этот способ не совсем надежен также в суровых климатических условиях, когда возможно примерзание стен сооружения к окружающему грунту. Кроме того, при опускании колодцев возможны их перекосы, исправлять которые на практике довольно трудно. Возможны также зависания колодцев, т.е. прекращение их погружения из-за различных препятствий, или произвольное их погружение после достижения необходимой отметки.

Отмеченные недостатки и ограничения применимости открытых котлованов и опускного способа строительства заглубленных сооружений потребовали изыскания новых, более эффективных и универсальных способов. В результате проведенных исследований и экспериментальных работ в нашей стране и за рубежом был разработан, опробован и внедрен в практику строительства новый способ устройства заглубленных сооружений, получивший название «стена в грунте».

*Способ «стена в грунте»* заключается в том, что в грунте по контуру стен будущего сооружения отрывают узкие и глубокие траншеи, заполняемые для обеспечения устойчивости их стенок глинистым раствором (суспензией) с тиксотропными свойствами. Затем в траншее укладывают бетон или опускают железобетонные стеновые панели, в результате чего в грунте формируются несущие конструкции подземной части заглубленных сооружений. После устройства таким способом стен заглубленного сооружения из него удаляют грунт и устраивают внутри днище, перегородки и перекрытия.

Способ «стена в грунте» по сравнению с опускным и способом открытого котлована имеет ряд преимуществ. Во-первых, при заглублении возводимого сооружения в водоупор отпадает необходимость в применении водоотлива или водопонижения. Кроме того, этот способ является практически единственным возможным способом строительства заглубленных сооружений на стесненной, застроенной площадке при недопустимости просадок рядом расположенных сооружений. Данное преимущество особо важно при реконструкции и расширении существующих водозаборных сооружений, когда невозможна разработка рядом с ними котлованов с откосами, а также весьма затрудняется или полностью исключается применение опускного способа работ. Во-вторых, этот способ более надежен в суровых климатических условиях, а также позволяет избегать перекосов, неизбежных при опускном способе. Отсутствие у способа «стена в грунте»

многих недостатков, присущих другим способам, предопределило широкую перспективу его применения у нас и за рубежом.

Способ «стена в грунте» позволит избежать переброски больших масс грунта, уменьшить объемы земляных работ, ускорить строительство и снизить его стоимость. В современной практике строительства способом «стена в грунте» возводят различные заглубленные сооружения практически любых размеров и любой формы в плане. Наряду с существенными преимуществами способ «стена в грунте» не свободен от некоторых недостатков и не всегда может быть применен на практике. Так, этот способ отличается повышенной сложностью производства работ и требует разработки и использования специальных машин и оборудования, глин или глинопорошков для приготовления глинистых суспензий и т. п.

Таким образом, каждый из описанных трех основных способов устройства подземной части заглубленных сооружений имеет свои преимущества и недостатки и применим в определенных условиях. В связи с этим в каждом конкретном случае возникает задача выбора наиболее эффективного для данных условий способа с учетом различных факторов.

### 3.3. Выбор способов возведения подземной части заглубленных сооружений

Выбор способа производства работ существенно влияет как на конструктивные решения возводимых объектов, так и на выбор технологии производства работ, строительных машин и механизмов, что в конечном счете и определяет эффективность выбранного варианта.

Стоимость строительства подземной части водопроводно-канализационных сооружений достигает 50–70 % общей стоимости строительно-монтажных работ, а число возможных вариантов конструктивно-технологических решений по их строительству нередко превышает 50–100.

Основными факторами, влияющими на выбор способов возведения заглубленных сооружений, являются: габариты сооружения (размеры в плане, диаметр и глубина заложения); природные (геологические и гидрогеологические) условия; система осушения котлована (водоотлив или водопонижение); производственные факторы (наличие необходимых материалов, машин, инженерно-технических и рабочих кадров).

Предварительный выбор способов следует производить с учетом следующих рекомендаций. В открытом котловане строительство заглубленных сооружений технически и экономически целесообразно при производстве работ только в скальных и песчано-галечниковых грунтах с включениями валунов или инородных предметов. Применение этого способа эффективно в обводненных песчаных и супесчаных грунтах при заглублении сооружения до 7 м, а в сухих суглинистых грунтах – до 16 м.

Строительство сооружений опускным способом в сухих песчаных грунтах целесообразно начиная с глубины 10 м и более, а в обводненных песчаных грунтах – с глубины 7 м; в сухих суглинистых грунтах способ эффективен с глубины 14 м и более. Способ «стена в грунте» при строительстве заглубленных сооружений в водонасыщенных грунтах эффективен начиная с глубин 6 м и более, а при строительстве в сухих грунтах – с глубины 11 м.

### 3.3.1. Организация и технология устройства подземной части заглубленных сооружений в открытом котловане

Способ строительства колодцев водозаборов в открытых котлованах является, как уже отмечалось, наиболее простым и доступным. При этом вначале устраивают котлованы требуемых размеров по дну с откосами, съездами и выездами, бермами и площадками, необходимыми для размещения строительных машин и механизмов, средств водоотлива, а затем производят обратную засыпку котлованов (после окончания строительства сооружений). Сооружения, возводимые в открытых котлованах, могут быть любой формы и размеров. При строительстве этим способом колодцев береговых водозаборов, расположенных на откосе водоема и соприкасающихся непосредственно с водой, перед началом работ необходимо срезать откос и будущий котлован оградить перемычками со шпунтовыми стенками, после чего осушить котлован с помощью водоотлива или водопонижения. Колодцы русловых водозаборов, расположенные на некотором расстоянии от уреза воды, возводят в открытых котлованах с устройством искусственного водопонижения.

Разработка грунтов в котлованах производится, как правило, экскаваторами-драглайнами, обратными и прямыми лопатами. Глубокие котлованы разрабатывают в два и более ярусов. Тип используемых экскаваторов зависит от грунтовых условий и схем разработки котлована. Во влажных и мокрых грунтах предпочтительнее применять экскаваторы-драглайны или обратные лопаты, а в сухих грунтах – экскаваторы с любым навесным оборудованием. Разработку грунта до проектных отметок после экскаваторов лучше всего производить с использованием средств малой механизации. Для этого эффективны экскаваторы-планировщики, с помощью которых можно выполнять планировку откосов и горизонтальных поверхностей, зачистку недобранной части грунта, разработку, планировку, выравнивание грунта в стесненных условиях и ряд других операций.

Качество бетонных и железобетонных работ при возведении днища и стен заглубленных сооружений в открытых котлованах во многом зависит от качества приготовления бетонной смеси, а также от соблюдения необходимых требований при ее транспортировании и укладке в конструкции. Бетонную смесь в целях обеспечения требуемого качества в соответствии с проектной маркой следует готовить, как правило, на бетонных

заводах, где могут быть использованы цементы и инертные материалы, соответствующие ГОСТу, а также обеспечена наиболее точная их дозировка с помощью весовых дозаторов (с точностью до 1 % – для цемента и воды и до 2 % – для инертных материалов). Важно также сохранить качество приготовленной бетонной смеси во время ее транспортирования к месту укладки в конструкции. Поэтому способы транспортирования и укладки смеси должны быть тщательно подобраны.

Для транспортирования бетонной смеси на большие расстояния применяют автобетоносмесители, автобетоновозы и автосамосвалы, а на малые – ленточные конвейеры, бетононасосы, вибрлотки, вибропитатели и т.п. Вибролотки и вибропитатели можно использовать также для подачи доставленной автотранспортом бетонной смеси непосредственно в конструкции, если невозможно доставить ее туда автотранспортом.

Для бетонирования заглубленных сооружений в открытых котлованах чаще всего применяют разборно- и подъемно-переставную крупнощитовую, скользящую, подвесную, стационарную и несъемную (оставляемую в качестве облицовки) опалубки.

Установленная опалубка должна быть плотной и не допускать вытекания цементного молока. Процесс опалубочных работ должен быть увязан с арматурными, бетонными и другими работами по возведению сооружения в целях обеспечения поточности производства. Для повышения темпов бетонных работ и снижения стоимости опалубки рекомендуется применять арматурно-опалубочные блоки заводского изготовления.

При строительстве сооружений из сборного железобетона стены монтируют из отдельных элементов – панелей или блоков – с устройством вертикальных и горизонтальных швов.

Технология и последовательность монтажа сооружений из сборного железобетона в основном зависят от вида применяемых сборных элементов. Так, при монтаже сооружений из разных типовых плоских стеновых панелей выполняют бетонную подготовку, армирование и бетонирование днища с устройством пазов для установки стеновых панелей; монтаж конструкций внутри сооружения и плит покрытия; монтаж ограждающих стеновых панелей, бетонирование обвязочной балки; замоноличивание стыков; гидроизоляцию и обратную засыпку.

Сборные железобетонные панели и другие конструкции монтируют с помощью башенных, козловых или мобильных гусеничных и пневмоколесных кранов. Тип кранов подбирают в зависимости от размеров сооружения в плане, массы сборных элементов и конструкций, глубины котлована и конкретных условий строительства. Монтажные схемы и расстановка кранов в значительной степени зависят от размеров в плане и глубины возводимых сооружений. Например, при возведении узких сооружений в котлованах глубиной до 6 м краны для подачи бетонной смеси,

сборных конструкций и других материалов устанавливают за пределами котлована. При строительстве широких сооружений в глубоких котлованах предусматривают съезды и выезды, используемые для въезда кранов и транспортных машин на подошву сооружения.

При глубине котлованов 10–12 м на их откосах устраивают бермы со съездами и выездами для подъемно-транспортных средств. Ширину берм обычно принимают исходя из расположения на них кранов при условии движения автотранспорта по дорогам вне котлована. Но иногда размеры берм увеличивают для продвижения по ним автотранспорта.

В зависимости от размеров возводимого сооружения, массы сборных элементов и принятой схемы производства работ кран иногда устанавливают непосредственно на бетонную подготовку или железобетонное днище. При этом бетон или сборные элементы доставляют автотранспортом на дно котлована, а затем краном подают к месту укладки, что является одним из рациональных решений, так как позволяет наиболее полно использовать грузоподъемность крана при минимальном вылете стрелы. Если такое решение невозможно, кран располагают на дне котлована за пределами габаритов сооружения с одной из его сторон. При ширине прямоугольного сооружения более 24 м и большой массе сборных элементов краны приходится размещать на дне котлована с двух сторон сооружения. Следует учитывать, что при выборе схемы расположения кранов на дне за пределами габаритов возводимого сооружения увеличиваются объемы земляных работ, а также периметр систем водоотлива или водопонижения, что, в свою очередь, приводит к общему удорожанию строительства.

При строительстве заглубленных сооружений в открытых котлованах возможна и такая схема производства работ, при которой один кран находится на дне котлована, а другой – на поверхности земли у бровки откоса. В этом случае доставленную автотранспортом бетонную смесь, сборные элементы и другие материалы краном, расположенным на поверхности, подают на площадку крана, находящегося на дне котлована, для последующей подачи их к месту укладки.

После возведения сооружений в открытых котлованах производят обратную засыпку пазух между сооружением и откосами котлована, а также съездов и выездов. Обратную засыпку, как правило, осуществляют с использованием вынутого из котлована грунта. При этом для обеспечения механизированной засыпки и уплотнения грунта в пазухах допускается увеличивать размеры котлованов и траншей в пределах, необходимых для беспрепятственной работы разравнивающих и уплотняющих машин. Особенно большое значение имеет качественное уплотнение грунта в пазухах котлованов, в местах расположения трубопроводов, а также в местах устройства различных пристроек, размещенных на участках, где

произведена обратная засыпка. Иногда необходимо применять для засыпки пазух привозной песок и щебень. Под пристройки рекомендуется устраивать свайные основания или укладывать сплошные железобетонные плиты. Некачественное выполнение этих заключительных работ может вызвать в период эксплуатации сооружений просадки оснований и деформации участков площадок, а также повреждение некоторых конструктивных элементов – отмосток, дорог, примыканий трубопроводов, камер переключений, колодцев и т.п.

### 3.3.2. Виды опускных колодцев

При возведении подземной части водозабора или другого заглубленного сооружения способом опускного колодца эту подземную часть сооружения делают в виде колодца соответствующей формы с режущим устройством (ножом) в нижней части. Из колодца и непосредственно из-под ножа извлекается грунт, и под действием силы тяжести колодец опускается. После того как колодец достигнет проектной отметки, в нем устраивают днище, стены, перегородки, монтируют оборудование, трубы и арматуру. Основными конструктивными элементами опускных колодцев являются: стены, днище, режущая часть (нож), гидроизоляция стен и дренажный слой, бетонная подготовка, или бетонная подушка, внутренние стены и перегородки, перекрытия, лестницы и площадки, а иногда и сваи, удерживающие колодец от всплытия.

Опускные колодцы классифицируют по следующим признакам.

*По способу устройства стен* колодцы подразделяют на две группы: монолитные и из сборного железобетона.

*По способу погружения* они делятся на погружаемые с поверхности земли или искусственного островка и наплавные, т.е. погружаемые с поверхности водоема.

*По форме в плане* опускные колодцы могут быть круглыми, прямоугольными, квадратными, многоугольными, овальными и др.

Например, для устройства береговых и русловых водозаборов, насосных станций, выдвинутых непосредственно в русло реки, применяют опускные колодцы обтекаемой овальной или круглой формы. Такую форму им придают во избежание завихрений водного потока и размыва дна у сооружения.

Поскольку опускные колодцы круглой формы работают как цилиндрические оболочки, они по сравнению с прямоугольными более экономичны, и поэтому их чаще применяют в практике водопроводного строительства. Колодец круглой формы по сравнению с прямоугольной или квадратной формой легче погружается в грунт, так как сопротивление трению о грунт его боковой поверхности меньше. Круглые опускные колодцы при

погружении менее подвержены перекосам. Кроме того, разрабатывать грунт в таких колодцах легче, чем в прямоугольных.

Наружные поверхности стен опускных круглых колодцев могут быть цилиндрическими, коническими и с уступами. Наиболее устойчивой является цилиндрическая форма. Форма в виде опрокинутого усеченного конуса позволяет уменьшить сопротивление бокового трения при погружении. Форма с уступами, уширяющимися колодец книзу, применяется при грунтах с большим трением. Для прямоугольных и многоугольных колодцев для уменьшения трения, кроме уступов, используются наклонные стены, расширяющиеся книзу.

*Размеры опускных колодцев* как в плане, так и по глубине могут быть также различными. Максимальные диаметры круглых колодцев достигают 70 м, размеры прямоугольных – 260×52, а минимальные – соответственно 2 и 2×2 м. Колодцы водозаборов и насосных станций чаще всего устраиваются диаметром от 6 до 32 м. Колодцы погружают обычно на глубину от 5 до 23 м, хотя в последние годы находят практическое применение и более глубокие колодцы. Например, колодец Ленинградской главной насосной станции на о. Белом диаметром 66,1 м погружен на глубину 70 м.

### 3.3.3. Устройство заглубленных водозаборных и насосных станций опускным способом

При опускном способе сооружение предварительно возводят полностью или частично на поверхности (или в неглубоком котловане), а затем погружают в грунт на проектную глубину.

Сущность способа состоит в том, что по мере разработки грунта внутри колодца, стены которого внизу выполнены в виде заостренной ножевой части, он под действием собственной массы погружается на заданную глубину (рис. 3.1, 3.2). При этом его масса должна превышать общую величину сил бокового трения стен о грунт не менее чем на 25 %. Возникающие силы трения являются основным препятствием при погружении, что в ряде случаев приводит к зависанию колодцев или делает невозможным их погружение до проектной отметки. Для уменьшения сил трения применяют тиксотропные рубашки, т.е. в свободную полость между грунтом и наружной стеной, образованную при погружении наружным уступом стен у ножа колодца, заливают тиксотропную суспензию из бентонитовых глин.

**Устройство опускных колодцев из монолитного железобетона** связано с последовательным выполнением работ опалубочных, арматурных, бетонных, гидроизоляционных, а также по погружению колодца.

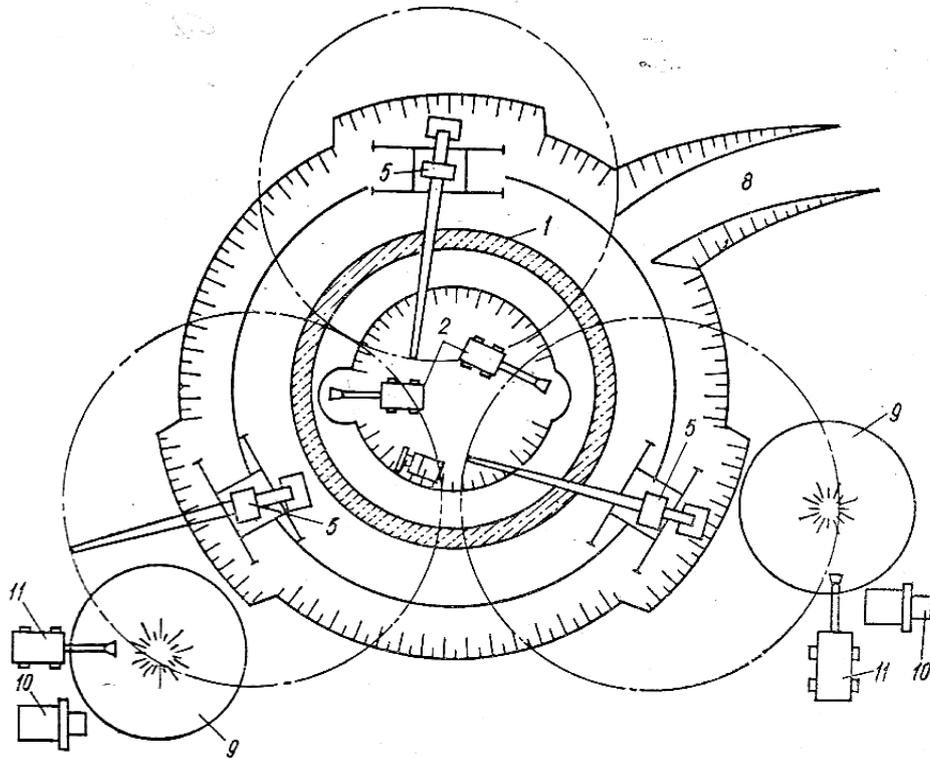
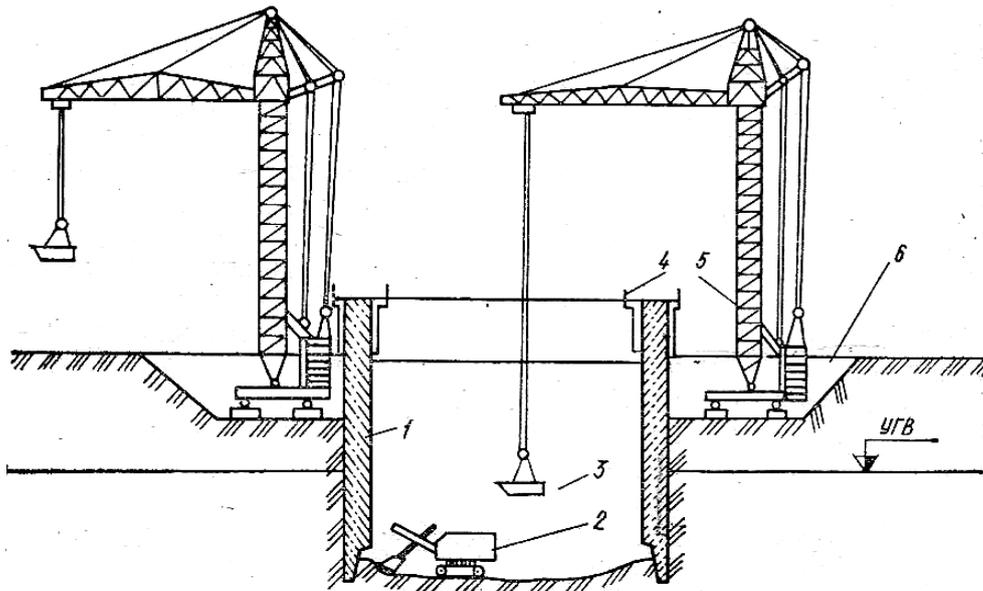


Рис. 3.1. Принципиальная схема устройства опускного колодца:  
 1 – стены колодца с ножом; 2 – экскаваторы, 3 – бадья для грунта;  
 4 – опалубка с подмостями; 5 – кран; 6 – пионерный котлован; 7 – бульдозер;  
 8 – выездная траншея; 9 – отвалы грунта; 10 – самосвалы;  
 11 – экскаваторы на погрузке грунта

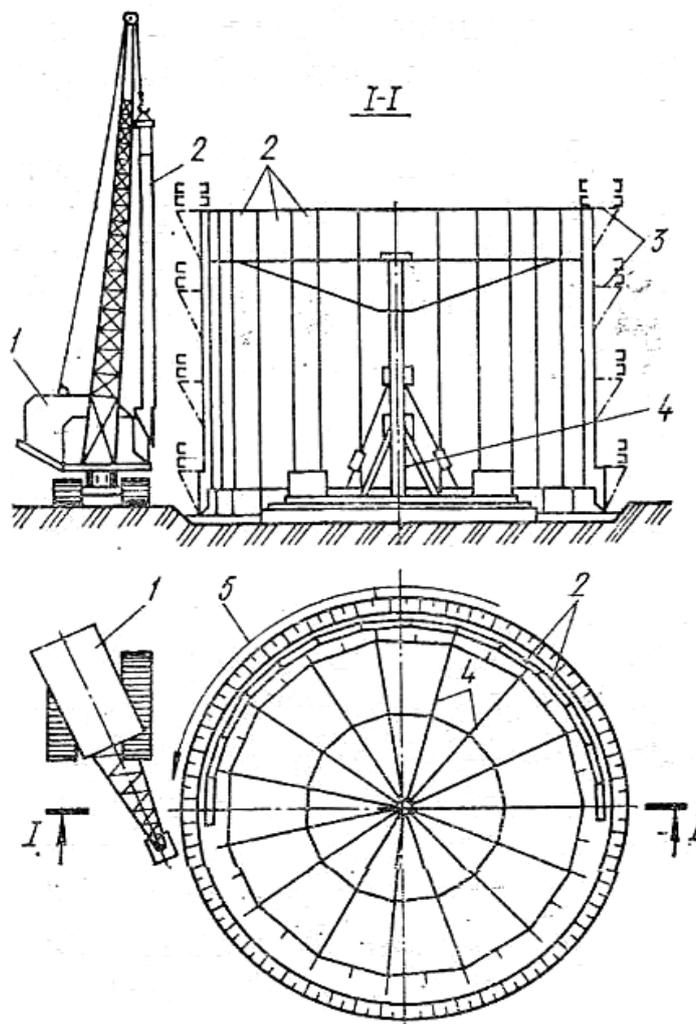


Рис. 3.2. Монтаж опускаемых колодцев из сборных элементов с помощью кондуктора стационарного типа:  
 1 – монтажный кран; 2 – стеновые панели колодца, 3 – подмости;  
 4 – кондуктор стационарного типа; 5 – направление установки панелей

*Бетонирование стен колодцев* производят ярусами, причем высоту первого яруса принимают в зависимости от нормативного давления на грунт конструкции временного основания (опоры) под ножом. Бетонирование ведут как отдельными блоками, так и по всему периметру. Бетон укладывают слоями толщиной 30–40 см (реже 25–50 см), но не более 1,25 длины рабочей части вибратора. Толщину слоев выбирают с учетом общей интенсивности бетонных работ и своевременного перекрытия слоев бетонирования. Перед укладкой бетона проверяют правильность расположения арматуры, расстояния между стержнями и между опалубкой и арматурой.

Бетонную смесь в стены колодцев укладывают следующим способом: при толщине стен до 0,5 м ее подают на площадки лесов и затем по лоткам к месту укладки. В этом случае наращивают одну из сторон опалубки, причем на высоту не более 2 м. При толщине стен 0,5–1,2 м и высоте

бетонирования 3 м смесь подают кранами в бадьях с последующей укладкой через металлические звеньевые хоботы, устанавливаемые по периметру стен через 3 м. При толщине стен более 1,2 м и малой насыщенности их арматурой смеси укладывают бадьями, разгружаемыми непосредственно у места укладки. Для уплотнения ее применяют вибраторы. Наилучшее качество укладки бетонной смеси обеспечивается при непрерывном бетонировании. Поэтому ответственные конструктивные элементы колодца, которые находятся под напором воды в период эксплуатации сооружения, бетонируют непрерывно.

*Гидроизоляцию стен колодца* выполняют снаружи по мере их бетонирования до начала опускания. Чаще применяют торкретирование стен с помощью цемент-пушки.

*Погружение опускных колодцев* в грунт является наиболее сложным и ответственным процессом при их строительстве. Непосредственно погружению предшествуют подготовительные работы по распалубке сооружения, снятию колодца с временного основания (подкладок) и монтажу землеройного и другого оборудования. Снятие колодца с временного основания и его погружение производят после достижения бетоном ножевой части и первого яруса стен проектной прочности, а последующих ярусов – 70 % этой прочности. Последовательность снятия, т.е. удаления подкладок, должна быть такой, чтобы не произошло перекоса колодца. При погружении его грунт разрабатывают равномерно по всей его площади отдельными слоями. Порядок и способы разработки устанавливают с учетом вида и свойств грунтов. Причем в зависимости от того, происходит ли погружение колодца с осушением котлована средствами водоотлива или водопонижения или же без их применения, разработку грунта ведут в сухих условиях землеройными механизмами – экскаваторами, бульдозерами – с подъемом его в бадьях кранами либо в мокрых условиях с разработкой грунта из-под воды средствами гидромеханизации – гидромониторами с выдачей его гидроэлеваторами или землесосами.

Систематический контроль за погружением колодца ведут с помощью рисков, нанесенных на стены, или нивелировочных контрольных реек, закрепленных по концам двух взаимно перпендикулярных диаметров колодца. Проверку вертикальности колодца производят непосредственно перед и после каждой его посадки. Колодцы при погружении, особенно на первых 5–8 м, могут накреняться. Смещение и перекосы (крены) должны устраняться немедленно, как только будут обнаружены. Чем позже они будут обнаружены, тем больше колодец отойдет от проектной оси и тем труднее его выпрямить. На практике применяют несколько способов исправления перекосов колодцев, в том числе способ «качаний», пригрузки и др. Но поскольку исправление кренов и перекосов колодцев в целом затруднительно, в настоящее время все большее распространение получает

способ принудительно-регулируемого погружения колодцев с применением анкерных свай и домкратов. Изменяя усилия различных домкратов, регулируют глубину вдавливания ножа по контуру опускаемого колодца, т.е. управляют процессом его погружения.

Устройство днища опускного колодца является завершающей операцией. При погружении колодца в необводненных грунтах никаких осложнений при устройстве днища не возникает, так как основание в этом случае сухое и отличается необходимой плотностью. При разработке же рыхлых водонасыщенных грунтов средствами гидромеханизации возможны наплывы грунта внутрь колодца из-под ножа, особенно после прекращения погружения, что затрудняет устройство днища. В этом случае вначале устраивают бетонную подушку, укладываемую методами подводного бетонирования. После набора ее бетоном достаточной прочности воду из колодца откачивают и под прикрытием подушки устраивают гидроизоляцию и затем насухо бетонируют днище. Для устройства бетонной подушки применяют два метода подводного бетонирования: восходящего раствора и вертикально перемещающейся трубы. Бетонную смесь укладывают до отметки, превышающей проектную на 100–150 мм. Так как последний слой при подводном бетонировании получается непрочным, его после окончания бетонирования удаляют.

После устройства гидроизоляции на поверхности бетонной подушки и надежного сопряжения ее с изоляцией ножевой части стен раскладывают арматуру и бетонируют днище. Первый слой бетона (30–40 см) укладывают концентрическими полосами, постепенно приближаясь к центру. Последующие слои такой же толщины укладывают параллельными полосами, ширину которых и порядок укладки определяют в зависимости от принятой интенсивности бетонирования с обязательным соблюдением требования перекрытия отдельных слоев.

**Технология монтажа сборных опускных колодцев.** Монтаж колодцев из панелей, совмещенных с ножом или имеющих съемный нож, производят с использованием временных опор, основное назначение которых обеспечить неизменяемость положения монтируемых панелей колодца в процессе их сборки. Наиболее сложные и трудоемкие работы по монтажу и временному закреплению панелей, обеспечению их устойчивости, как правило, выполняют с помощью кондукторов (см. рис. 3.2). Монтаж стеновых панелей сборно-монолитных колодцев значительно облегчается в связи с наличием в монолитной ножевой части кольцевого паза, соответствующего радиусу колодца. К монтажу панелей колодца приступают после достижения бетоном ножевой части 70 %-й проектной прочности. Панели краном устанавливают в паз, закрепляют клиньями, соединяют накладками и замоноличивают стыки. Важным процессом, выполняемым при строительстве сборных и сборно-монолитных колодцев, является

заделка (замоноличивание) стыков мелкозернистым бетоном марки не менее 300, приготовленным на специальных цементах, повышающих его водонепроницаемость.

После монтажа колодца наиболее ответственными операциями являются снятие его с временных опор и погружение. Колодец снимают с временных опор и переводят на грунт непосредственно перед его погружением. Вначале определяют и отмечают на внутренней поверхности стен (у ножа) так называемые фиксированные зоны (обычно четыре в местах пересечения двух взаимно перпендикулярных осей колодца), после чего приступают к разборке временных опор. После удаления внутреннего опорного кольца колодец дает равномерную осадку в грунт примерно до 200 мм. Затем разработкой грунта внутри колодца его погружают на необходимую глубину.

#### 3.3.4. Возведение стен подземной части заглубленных сооружений способом «стена в грунте»

Сущность способа «стена в грунте» состоит в том, что заглубленные в грунт стены подземной части водозабора или насосной станции возводят в траншеях, повторяющих контур стен сооружения. Траншеи заполняются глинистой суспензией, которая обеспечивает устойчивость их стенок от обрушения на время разработки траншей и последующего возведения в них конструкций стены.

Строительство заглубленного сооружения этим способом начинают с возведения прежде всего ограждающих и других стен. Для этого по контуру указанных стен устраивают направляющие траншеи глубиной около 1 м, основным назначением которых является фиксирование на площадке направления основной траншеи, в которой под глинистой суспензией будут возводиться стены сооружения.

До начала основных работ по возведению стен подземной части сооружения способом «стена в грунте» на стройплощадке должны быть выполнены: расчистка и выравнивание поверхности площадки шириной, достаточной для установки, монтажа и работы землеройного и вспомогательного оборудования; устройство временных сооружений для приготовления, хранения, транспортирования и очистки глинистого раствора, площадок для отвалов извлекаемого грунта, дорог и проездов, сетей временного электро- и водоснабжения; разбивка и закрепление на местности осей сооружения; устройство конструкций, обеспечивающих устойчивость верхних кромок отрываемой траншеи, в виде железобетонной облицовки устья траншеи (воротника или форшахты), глиняного зуба и т. п.

До начала рытья траншеи должны быть решены вопросы, связанные с подбором состава глинистой суспензии и организацией так называемого глинистого хозяйства, включающего устройства для приготовления

суспензии, ее хранения и подачи в траншею, откачки зашламованной суспензии и ее очистки.

Для приготовления глинистых суспензий при разработке траншей ковшовыми машинами, как правило, следует применять местные глины, обладающие необходимыми свойствами, а при разработке траншей буровыми и фрезерными машинами с транспортированием разработанного грунта гидравлическими способами надо использовать порошки из специальных бентонитовых глин.

Глинистое хозяйство включает специальное оборудование и установки, в том числе: глинорастворные узлы со смесителями и механическими диспергаторами; передвижные и стационарные емкости для хранения необходимых запасов суспензии; трубопроводы и лотки для перекачки суспензий при выполнении технологических процессов; оборудование для перекачки чистой и зашламованной суспензии (насосы, эрлифты, элеваторы); оборудование для очистки суспензии; склады, погрузочно-разгрузочные установки соответственно для глины и порошка.

Для приготовления глинистой суспензии из глинопорошков, а также из ряда комовых глин применяют гидравлические и механические глиносмесители.

Для перекачки глинистых суспензий используют поршневые грязевые насосы, центробежные шламовые насосы и растворонасосы. При производстве работ в зимних условиях глинистое хозяйство надо размещать в утепленных помещениях, а трубопроводы защищать от промерзания.

*Устройство и крепление верхних кромок траншей.* Перед началом отрывки основных траншей по контуру стен подземной части сооружения необходимо вначале устроить крепление верхней части стенок направляющих траншей (воротник), которое не только защищает траншею от обрушения, но и фиксирует их расположение в плане. Воротник траншеи нередко служит также для разметки установки арматурных каркасов или сборных панелей и является опорой для их подвески или раскрепления.

### 3.4. Расчеты при проектировании систем водоснабжения и водоотведения

Выполнение работы имеет целью закрепление и расширение знаний студентов, полученных при изучении курса «Основы организации и управления в строительстве», а также привитие им навыков самостоятельной работы по проектированию производства строительного-монтажных работ.

Работа выполняется студентом на основании задания, которое выдается руководителем и содержит:

- наименование темы работы;
- информацию о районе строительства;
- сведения о грунтах;
- дату начала работ;
- условия обеспечения материалами и конструкциями;
- сведения об источниках водо- и электроснабжения;
- указание вида транспорта и дальности доставки строительных материалов.

### 3.4.1. Содержание, объем и оформление работы

Работа состоит из двух частей: графической и текстовой.

**Графическая часть** выполняется на 1 листе чертежной бумаги формата А1 с соблюдением правил графического оформления.

Лист включает:

а) разработку календарного плана (сетового графика) производства работ (масштаб для КП или СГ выбирается в зависимости от количества процессов и продолжительности работ);

б) построение графиков потребления ресурсов: дифференциальный график капитальных вложений, интегральный график капвложений и график движения рабочих.

**Текстовая часть** (расчетно-пояснительная записка) должна быть написана чернилами, четким почерком или набрана на компьютере на листах стандартного размера; должна иметь оглавление; текст и расчеты размещаются на одной стороне листа, листы должны быть пронумерованы.

Расчетно-пояснительная записка включает:

- основное содержание;
- задание на выполнение работы;
- описание исходных данных: основные конструктивные особенности систем и условия строительства;
- ведомость укрупненной номенклатуры работ;
- локальную смету на строительство объекта;
- календарный план возведения объекта (метод и технологию производства работ; определение состава звеньев и бригад; определение потребного количества машин и механизмов, график движения рабочей силы; график потребности в трудовых ресурсах; график потребления капитальных вложений);
- технико-экономические показатели календарного графика.

В конце расчетно-пояснительной записки приводится список использованной литературы.

Вариант для выбора исходных данных принимают по последней цифре шифра зачетной книжки студента.

### 3.4.2. Объемы строительно-монтажных работ

Перечень и объемы строительно-монтажных работ приведены для каждого варианта задания в прил. 2.

### 3.4.3. Составление локальной сметы на общестроительные работы

Локальную смету на общестроительные работы выполняют на основании рабочих чертежей и сборников территориальных единичных расценок (ТЕР) на соответствующие виды работ по форме табл. 3.1. Кроме прямых затрат, в сметную стоимость входят накладные расходы ( % от фонда заработной платы (ФЗП)) и сметная прибыль (% от ФЗП). Локальная смета составляется в базовых ценах (2001 г.), а затем с помощью индекса удорожания переводится в текущие цены.

### 3.4.4. Порядок разработки календарного плана

По своей форме календарный план производства работ по объекту состоит из двух основных частей: левой расчетной в виде таблицы и правой графической. Графическая часть может быть линейной, сетевой или выполненной в виде циклограммы.

Типовая утвержденная СНиПом форма календарного плана строительства отдельного объекта приведена в табл. 3.2.

Ниже даются некоторые практические рекомендации по заполнению отдельных граф календарного плана.

**Наименование работ** (гр.1) следует записывать обязательно в технологической последовательности их выполнения с группировкой по видам и периодам работ (подготовительный, основной). В то же время для лаконичности и удобства пользования календарным планом отдельные работы целесообразно по возможности объединять и укрупнять. Но при этом следует помнить, что нельзя объединять работы, выполняемые разными исполнителями. Общим принципом при этом должно быть то, что в первую очередь планируют выполнение тех работ, которые открывают фронт работ для последующих.

**Объемы работ** (гр. 2, 3) подсчитывают по рабочим чертежам, исходя из конкретных размеров тех или иных сооружений или их конструктивных элементов, причем обязательно в тех единицах измерения, которые указаны в государственных элементных сметных нормах (ГЭСН).

**Сметная стоимость работ** (гр. 4) берется из локальной сметы в базовых ценах (2001 г.) по гр.8 (табл. 3.3) по каждой работе.

Таблица 3.1

## Локальная смета

на \_\_\_\_\_  
наименование объекта

Сметная стоимость  
Нормативная трудоемкость  
Сметная заработная плата  
Составлена в ценах 2001 г.

руб.  
чел.-ч  
руб.

№ п/п	Шифр и № позиции норматива	Наименование работ и затрат	Ед. изм.	Количество	Стоимость ед.		Общая стоимость, руб.			Затраты труда рабочих, чел.-ч, не занятых обслуживанием машин	
					всего	эксплуат. машин	всего	основной зарплаты	эксплуатаци и машин	на единиц у	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Полные прямые затраты

Полные накладные расходы (в % от ФЗП (гр.9+гр. 10 знам.))

Полная сметная прибыль (в % от ФЗП (гр.9+гр. 10 знам.))

Итого по смете в ценах 2001 года

Всего по смете в текущих ценах

Т а б л и ц а 3.2

## Календарный план производства работ по объекту

Наименование работ	Объем работ		Сметная стоимость работ, тыс. руб.	Трудоемкость, чел.-дн.	Потребность в механизмах			Продолжительность выполнения работ, дн.	Число смен	Численность рабочих в смену, чел.	Профессиональный состав бригады			График работ			
	единица измерения	количество			наименование	количество маш.-смен	количество механизмов				профессия	разряд	количество, чел.	дни, месяцы			
														1	2	3	...
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			

Т а б л и ц а 3.3

Выбор объема ковша экскаватора с учетом объема выполняемых работ

Объем земляных работ, тыс. м <sup>3</sup>	Менее 2	2-20	20-50	50-100	Свыше 100
Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	До 0,4	До 0,8	До 1,5	До 2,5	Более 2,5

**Затраты труда** (гр. 5) и **машинного времени** (гр. 7) определяют по действующим сборникам ГЭСН, исходя из объема. Затраты труда и машино-смен подсчитывают по каждому процессу в соответствии с диаметром и размерами конструктивных элементов.

**Требуемые машины** (гр. 6) и **их количество** (гр. 8) подбирают исходя из характера работ, размеров возводимых сооружений, технических характеристик и элементов. Машины выбирают технически возможные для данных конкретных условий (по глубине и радиусу копания, емкости ковша экскаватора (объем ковша следует ориентировочно принимать по табл. 4) или по вылету крюка, необходимой грузоподъемности и высоте подъема груза (краны). После выбора основных строительных машин определяют потребное их количество (гр. 8) в зависимости от объемов работ и сроков их выполнения.

**Продолжительность работы** (гр. 9) рассчитывают по соответствующим формулам, причем вначале определяют продолжительность механизированных работ, от которых в значительной мере зависит характер построения графика работ (гр. 15), а затем продолжительность работ, выполняемых вручную. Сроки монтажных работ устанавливают в соответствии с указаниями и рекомендациями, изложенными в СНиПе [3].

Продолжительность механизированных работ, дн., определяется по формуле

$$T_{\text{мех}} = \frac{Q_{\text{м}}}{n \cdot m},$$

где  $Q_{\text{м}}$  – общие затраты машинного времени на производство работ, маш.-см.;

$m$  – сменность работы;

$n$  – число машин, участвующих в выполнении работы в смену.

В случае производства работ немеханизированным (частично механизированным) способом продолжительность работы  $T_{\text{р}}$ , дн., определяется по формуле

$$T_{\text{р}} = \frac{Q_{\text{р}}}{N},$$

где  $Q_{\text{р}}$  – трудоемкость работы, чел.-дн.;

$N$  – принятое количество рабочих в бригаде, чел.

Если работа (основной процесс) выполняется вручную, но с помощью инструмента, то в определении продолжительности данной работы решающую роль играют количественный состав бригады и сменность ее работы.

**Число смен** (гр. 10) при использовании основных машин – монтажных кранов, экскаваторов – принимают не менее двух. Работы без применения машин, как правило, должны вестись только в одну смену.

Сменность работ, выполняемых вручную и с помощью механизированного инструмента, зависит от имеющегося фронта работ и наличия рабочих кадров. Как правило, при достаточном фронте эти работы целесообразно планировать только в первую смену, при которой лучше условия труда, повышается возможность более четкой организации и управления и, соответственно, обеспечивается более высокая производительность. Кроме того, некоторые работы, например отделочные, можно выполнять только в дневную смену. Производство ряда работ во вторую смену, особенно в осенне-зимний период, требует дополнительных мероприятий, таких, как освещение рабочих мест, проходов, проведение дополнительных мероприятий по охране труда и т.п. Однако выполнение этих мероприятий не устраняет полностью неудобства второй смены. Работы, осуществляемые вручную, назначаются во вторую смену только в тех редких случаях, когда фронт работ резко ограничен и бригада (звено) вынуждена разделиться для посменной работы (например, при кладке кирпичных труб). Количество смен определяется также требованиями проекта (непрерывное бетонирование и т.д.) и директивными сроками возведения объекта.

**Численность рабочих в смену** (гр. 11) определяют в зависимости от состава бригады (гр. 12). В свою очередь, количественный состав бригады определяется как сумма составов входящих в нее звеньев. Рекомендуемый состав звеньев по наименованию профессий и специальностей рабочих, разрядам и их количеству приводится в сборниках единых норм и расценок (ЕНиР) на соответствующий вид работ. Если объемы работ по какой-либо профессии не обеспечивают полной загрузки в расчетный период, то используют совмещение профессий, но в объеме не более 15 % от основной профессии. Обычно совмещают профессии бетонщика, плотника (опалубщика) и арматурщика или монтажника, сварщика и такелажника.

**График работ** (гр. 15) – правая часть календарного плана – наглядно отражает выполнение работ во времени, последовательность и увязку работ между собой.

Календарный план проектируется в виде линейного графика. Работы изображаются в виде горизонтальных линий, построенных в масштабе времени. Причем работы, выполняемые в одну смену, изображаются одной линией, а в две – двумя параллельными линиями. Над линиями работ

линейного графика слева указывается сметная стоимость в день, тыс.руб., а справа – продолжительность работы, дн.; под каждой работой – количество рабочих в смену.

На основе составленного календарного плана строят графики потребности в ресурсах.

### 3.4.5. Построение графиков обеспечения календарного плана ресурсами

#### График движения рабочей силы

Для оценки календарного плана по потреблению трудовых ресурсов строят так называемый график движения рабочей силы в виде суммирующей эпюры под графиком производства работ, где на каждом отрезке времени суммируется количество рабочих, указанное под линиями графиков работ. При этом календарный план оценивают по коэффициенту неравномерности движения рабочих:

$$K_p = \frac{N_{\max}}{N_{\text{ср}}},$$

где  $N_{\max}$  – максимальное число рабочих по графику, чел.;

$N_{\text{ср}}$  – среднее число рабочих, определяемое путем деления общей трудоемкости  $Q_{\text{общ.}}$ , чел.-дн., на общий фактический срок строительства, дн. Значение величины коэффициента  $K_p$  не должно превышать 1,3–1,5.

#### Дифференциальный график капвложений

При выполнении строительно-монтажных работ важно не только равномерное использование труда рабочих, но и рациональное нарастание осваиваемых капитальных вложений, которое достигается путем построения дифференциального графика на основе суммирования ежедневно осваиваемых денежных средств по всем работам при возведении объекта.

Денежные средства, осваиваемые в день по каждой работе, определяются путем деления общей стоимости работы  $C_i$  на ее продолжительность  $t_i$ , т.е.

$$K_i = \frac{C_i}{t_i}.$$

### Интегральный график капвложений

Интегральный график капвложений строится путем суммирования стоимости работ нарастающим итогом по отдельным периодам (месяцам, кварталам), т.е.

$$K_i = K_{i-1} + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n K_{ij},$$

где  $K_i$  – величина освоенных средств на конец  $i$ -го периода, тыс.руб.;

$K_{i-1}$  – капиталовложения, освоенные за предыдущий период (для первого периода  $K_{i-1} = 0$ );

$j = 0, 1, \dots, m$  – число дней в периоде;

$i = 0, 1, \dots, n$  – число выполняемых работ;

$K_{ij}$  – средства, затрачиваемые на выполнение  $i$ -й работы в  $j$ -й день.

После построения календарного плана и трех графиков (движения рабочей силы, интегрального и дифференциального) рассчитываются технико-экономические показатели.

#### 3.4.6. Техничко-экономические показатели календарного плана

1. Сметная стоимость строительно-монтажных работ  $C_{СМР}$  определяется по формуле

$$C_{СМР} = ПЗ + НР + СП,$$

где ПЗ – прямые затраты на общестроительные работы, руб.;

НР – накладные расходы, руб.;

СП – сметная прибыль, руб.

2. Продолжительность строительства, определяемая по правой части календарного плана, сравнивается с нормативным значением  $T_{кп} \leq T_n$ .

3. Общая трудо- и машиноёмкость представлена как суммарная величина в соответствующих графах календарного плана.

4. Удельная трудо- и машиноёмкость на конечный измеритель (чел.-дн./м<sup>2</sup>, маш.-см./м<sup>2</sup> и т.д.) определяется делением соответствующей графы календарного плана на полный объем измерителя.

5. Выработка на 1 чел.-дн. определяется отношением сметной стоимости СМР, руб., к общей трудоёмкости, чел.-дн.

6. Уровень сборности  $K_{сб}$  рассчитывается по формуле

$$K_{сб} = \frac{C_{сб}}{C_{СМР}} \cdot 100 \%,$$

где  $C_{сб}$  – сметная стоимость работ с применением сборных конструкций и деталей;

$C_{СМР}$  – сметная стоимость строительно-монтажных работ объекта.

7. Уровень механизации  $K_{\text{мех}}$  находится по формуле

$$K_{\text{мех}} = \frac{Q_{\text{мех}}}{Q_{\text{общ}}} \cdot 100 \%,$$

где  $Q_{\text{мех}}$  – объем работ, выполняемый механизмами, руб.;

$Q_{\text{общ}}$  – общий объем работ того же вида, руб.

8. Коэффициент неравномерности движения рабочей силы  $K_{\text{н}}$ .

9. Коэффициент совмещения работ  $K_{\text{совм}}$  определяется по формуле

$$K_{\text{совм}} = \frac{\sum t_i}{T_{\text{кп}}},$$

где  $\sum t_i$  – продолжительность работ, выполняемых последовательно одна за другой;

$T_{\text{кп}}$  – продолжительность работ по календарному плану.

### 3.4.7. Проектирование строительного генерального плана

#### Расчет временных зданий

Потребность во временных зданиях и сооружениях определяется по действующим нормативам (прил. 4) на расчетное количество рабочих, ИТР, служащих, младшего обслуживающего персонала (МОП) и работников охраны.

Расчетное количество рабочих принимается:

а) при расчете гардероба – максимальное количество работающих по графику движения рабочих;

б) при расчете других помещений – максимальное значение числа работающих по графику движения рабочих умножается на коэффициент 0,85, что соответствует численности рабочих, занятых в наиболее загруженную дневную смену.

Расчетное количество работающих женщин составляет 30 % (это следует учитывать при расчете туалетов).

Количество ИТР, служащих, МОП составляет в среднем 16 % от общего количества работающих, в т.ч. ИТР – 8 %, служащие – 5 %, МОП и охрана – 3 %.

Результаты расчета площадей временных зданий и сооружений сводятся в табл. 3.4.

Т а б л и ц а 3.4

#### Расчет площадей временных зданий и сооружений

Наименование	Численность персонала, чел.	Норма, м <sup>2</sup> на 1 чел.	Расчетная площадь, м <sup>2</sup>	Прини-маемая площадь, м <sup>2</sup>	Размеры в плане, м	Количество зданий
1	2	3	4	5	6	7

## Расчет складских помещений и площадок

Для правильной организации складского хозяйства на строительной площадке необходимо предусматривать:

- открытые площадки для хранения кирпича, железобетонных конструкций и других материалов и конструкций, на которые влияют колебания температуры и влажности;
- навесы для хранения столярных изделий, рулонных материалов, асбестоцементных листов и т. д.;
- закрытые склады двух типов: отапливаемые (для хранения лакокрасочных материалов, химикатов и т.п.) и неотапливаемые (для хранения войлока, минеральной ваты, гипсокартонных листов, стекла, кровельной стали, электротехнических материалов, фанеры и т.п.).

Способы хранения различных материалов описаны в табл. 3.5, склады для хранения материально-технических ресурсов должны сооружаться с соблюдением нормативов складских площадей и норм производственных запасов.

Расчет рекомендуется вести в следующей последовательности с одновременным заполнением табл. 3.6.

Наибольший суточный расход материалов  $Q_{\text{сут}}$  (графа 5) определяется по формуле

$$Q_{\text{сут}} = \frac{Q_{\text{общ}}}{T},$$

где  $Q_{\text{общ}}$  – количество материала, требуемого для осуществления строительства в течение расчетного периода (графа 3);

$T$  – продолжительность расчетного периода выполнения работы, дн. (из календарного плана).

Запас материалов на складе  $Q_{\text{зап}}$  (графа 9) рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{зап}} = Q_{\text{сут}} \cdot \alpha \cdot k \cdot n,$$

где  $Q_{\text{сут}}$  – суточный расход материалов (графа 5);

$\alpha$  – коэффициент неравномерности поступления материалов на склады, принимаемый для автомобильного и железнодорожного транспорта равным 1,1;

$k$  – коэффициент неравномерности потребления материалов, принимаемый равным 1,3.

$n$  – норма запасов материалов в днях при перевозке автотранспортом на расстояние менее 50 км.

Таблица 3.5

Номенклатура и масса основных строительных материалов, показатели для расчета складских площадей

Материалы	Единица измерения	Масса единицы, кг	Количество материалов, укладываемых на 1 м <sup>2</sup> площади	Высота укладки, м	Способ хранения
1	2	3	4	5	6
Асбоцементные листы толщиной 5,5 мм	$\frac{м^2}{\text{лист}}$	$\frac{11}{9,8}$	$\frac{125-200}{100}$	$\frac{2}{2}$	Под навесом
Асфальт в плитках	м <sup>3</sup>	1100	2	2	Открытый
Бетонные и железобетонные конструкции:					
балки	м <sup>3</sup>	2500	0,3-0,4	2-2,5	—*—
блоки бетонные	м <sup>3</sup>	2500	2-2,5	1,5	—*—
колонны	м <sup>3</sup>	2500	0,79-0,82	1,6	—*—
лестничные марши	м <sup>3</sup>	2500	0,50-0,6	1,8	—*—
лестничные площадки	м <sup>3</sup>	2500	0,5-0,6	1,2	—*—
плиты перекрытия	м <sup>3</sup>	2500	0,75-0,95	2-2,5	—*—
плиты покрытия	м <sup>3</sup>	2500	0,45-0,5	2-2,5	—*—
прогоны	м <sup>3</sup>	2500	0,6-0,9	1,5-2,3	—*—
фермы	м <sup>3</sup>	2500	0,2-0,3	Переменная	—*—
Камень булыжный	м <sup>3</sup>	1800	2,7	1,5	—*—
Бут-известняк	м <sup>3</sup>	1300-2600	1,3	1,5	—*—
Вата минеральная	м <sup>3</sup>	73-125	0,06	2	—*—
Вата стеклянная	м <sup>3</sup>	130	0,06	2	—*—
Войлок строительный	$\frac{м^3}{т}$	150-300	$\frac{0,06}{0,35-0,4}$	2	—*—
Гипс строительный	—*—	1100-2500	2,5	—	Под навесом
Плиты гипсовые	м <sup>3</sup>	1100	2	2	То же

Продолжение табл. 3.5

1	2	3	4	5	6
Листы гипсокартонные	$\frac{м^2}{\text{лист}}$	$\frac{3}{10}$	$\frac{200}{300}$	$\frac{2}{2}$	Открытый
Глина в сухом состоянии	$м^3$	1450-1600	1,6	2	_*_
Гравий	$м^3$	1700-1950	1,5	2-2,5	_*_
Гравий и песок керамзитовый	$м^3$	200-800	1,5	2-2,5	Закрытый
Гудрон	т	100	0,9	1,75	Под навесом
Блоки дверные	$м^2$	30-40	44	2	_*_
Блоки оконные	$м^2$	10-15	45	2	_*_
Известь комовая	$м^2$	1000	2	2,5	_*_
Известь-кипелка	$м^2$	800-1100	2	2,5	Закрытый
Известь-пушонка	$м^2$	450-550	2	2,5	_*_
Известковое тесто	$м^2$	1300-1400	3,6	2,5	_*_
Камень бутовый	$м^2$	1300-1800	2,7	1,5	Открытый
Камни шлакоблочные	шт.	1300-1800	100-105	1,9	_*_
Блоки керамические	$\frac{м^3}{\text{шт.}}$	$\frac{600-700}{1,5}$	$\frac{1}{425-439}$	2,0	_*_
Кирпич и камни керамические	тыс.шт	3500-3900	0,7	1,5	_*_
Кирпич силикатный	тыс.шт	3500-3700	0,7	1,5	_*_
Краски сухие	кг	1	600-800	1,2	Закрытый
Краски тертые	кг	1	800-1000	2,2	_*_
Лес круглый	$м^3$	650-700	1,3-2,0	2-3	Открытый
Лес пиленный	$м^3$	600	1,2-1,8	2-3	Под навесом
Линолеум	$м^2$	2,8-3,3	80-100	2-3	Закрытый
Мел молотый	$м^3$	1000-1200	2	2,5	_*_
Вата минеральная в плитах	$м^3$	300-500	2-3	2,5	Под навесом
Олифа	кг	1	800	1,5	Закрытый
Паркет толщиной 17 мм	$м^2$	22	30-40	2	_*_
Пенобетон, газобетон	$м^3$	400-1000	1,5-1,6	2	Открытый
Пеносиликат	$м^3$	400-1000	1,5-1,6	2	_*_
Пергамин	$м^2$	0,75	200-360	1-1,5	Под навесом

Окончание табл. 3.5

1	2	3	4	5	6
Песок	м <sup>3</sup>	1500-1600	2	2-2,5	Открытый
Плитки керамические для полов	м <sup>2</sup>	21-23	78-80	0,5-0,8	Под навесом
Плиты легковесные	м <sup>2</sup>	2	15	1,5	—*—
Плиты древесно-волоконные	м <sup>3</sup>	150-950	0,4	1,5	—*—
Плиты легковесные	м <sup>2</sup>	2	15	1,5	—*—
Плиты древесно-стружечные	м <sup>3</sup>	350-800	0,4	1,5	—*—
Плиты теплоизоляционные	м <sup>3</sup>	100	0,1	1,5	—*—
Раствор	м <sup>3</sup>	1800-2000	—	—	—*—
Рубероид	рулон м <sup>2</sup>	<u>22-38</u> 2,2-3,8	<u>15-22</u> 200-360	1-1,5	—*—
Сталь швеллерная и двутавровая	т	1000	0,8-1,2	0,6	Открытый
Сталь угловая	т	1000	2-3	1,2	—*—
Сталь кровельная	т	1000	4	1,0	Закрытый
Сталь круглая	т	1000	3,7-4,2	1,2	Под навесом
Стальные конструкции	т	1000	0,5-0,7	1-1,2	Открытый
Стекло оконное	м <sup>2</sup> ящик	<u>5-15</u> 0,13	<u>170-200</u> 6-10	0,5-0,8	Закрытый
Блоки стеновые	м <sup>3</sup>	700-800	0,7-0,8	1,5	Открытый
Панели стеновые	м <sup>3</sup> м <sup>2</sup>	<u>800-1600</u> 200-400	<u>0,5-0,6</u> 2,3	—	—*—
Толь	м <sup>2</sup> рулон	<u>1,5-2,4</u> 22	<u>300</u> 15	<u>1-1,5</u> 1-1,5	Под навесом
Цемент в мешках	мешок	50	16	2	Закрытый
Цемент россыпью	м <sup>3</sup>	1000-1400	2-2,8	1,5-2	—*—
Черепица кровельная глиняная	тыс.шт	400-1800	200-500	1,0	Открытый
Шлак котельный	м <sup>3</sup>	750-1000	2-3	2	—*—
Щебень	м <sup>3</sup>	1400-1800	1,5	2-2,5	—*—

Таблица 3.6

## Ведомость расчета складских площадей

1	Конструкции, изделия, материалы
2	Единица измерения
3	Общая потребность $Q_{\text{общ}}$
4	Продолжительность укладки материалов в конструкцию, $T$ , дн.
5	Наибольший суточный расход, $Q_{\text{сут}}$
6	Число дней запаса $n$
7	Коэффициент неравномерного поступления $\alpha$
8	Коэффициент неравномерности потребления $k$
9	Запас на складе $Q_{\text{зап}}$
10	Норма хранения на $1 \text{ м}^2$ площади $q$
11	Полезная площадь склада $F$ , $\text{м}^2$
12	Коэффициент использования площади склада $\beta$
13	Полная площадь склада $S$ , $\text{м}^2$
14	Размер склада, м
15	Характеристика склада

Принимаются следующие нормы запаса материалов:

- местных – 2–5 дней (кирпич, бутовый камень, щебень, песок шлак, сборные железобетонные конструкции, блоки, панели, перегородки);
- привозных – 10–15 дней (цемент, известь, стекло, рулонные материалы, оконные переплеты, дверные полотна, металлические конструкции).

Полезная площадь склада  $F$  без проходов (графа 11) определяется по формуле

$$F = Q_{\text{зап.}} \cdot q,$$

где  $q$  – количество материалов, укладываемое на 1 м<sup>2</sup> площади склада (см. табл. 6).

Общая площадь склада  $S$  (графа 13) вычисляется по формуле

$$S = F \cdot \beta,$$

где  $\beta$  – коэффициент, учитывающий проходы.

Коэффициент на проходы  $\beta$  принимается: для закрытых складов – 0,6–0,7; для навесов – 0,5–0,6; для открытых складов лесоматериалов – 0,4–0,5; нерудных строительных материалов – 0,6–0,7.

В работе надо предусматривать инвентарные сборно-разборные склады или передвижные на колесах.

### Водоснабжение строительной площадки

Расчет потребностей в воде для производственных целей производится с учетом наибольшего потребления, устанавливаемого по календарному плану. Для этого определяются потребители воды, суточный расход, а затем – суммарный расход по объекту в сутки. Расчет завершается определением диаметра труб временного водопровода.

Вода на строительной площадке расходуется на производственно-технические и хозяйственно-питьевые нужды, а также на пожаротушение.

Полная потребность в воде  $Q_{\text{расч}}$  составит:

$$Q_{\text{расч}} = 0,5 (Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}}),$$

где  $Q_{\text{пр}}$  – расход воды на производственные нужды, л/с;

$Q_{\text{хоз}}$  – расход воды на санитарно-бытовые нужды, л/с;

$Q_{\text{пож}}$  – расход воды на пожаротушение, л/с.

Расход воды на производственные нужды  $Q_{\text{пр}}$  определяется по формуле

$$Q_{\text{пр}} = \sum \frac{q_n \cdot N_n \cdot K_r \cdot K_n}{t \cdot 3600},$$

где  $q_n$  – удельный расход воды на производственные нужды, л (табл. 3.7);

- $N_n$  – число производственных потребителей (машин, установок и др.) в наиболее загруженную смену;
- $K_r$  – коэффициент часовой неравномерности водопотребления (для строительных работ – 1,5; на хозяйственно-питьевые нужды – 3; для бетонорастворных установок – 1,25; на транспорт – 1,5-2);
- $t$  – учитываемое число часов работы в смену;
- $K_n$  – коэффициент поправки на неучтенный расход воды, принимаемый равным 1,2.

Т а б л и ц а 3 . 7

Удельный расход воды на различные строительные нужды

Наименование потребителей	Единица измерения	Средняя норма, л
1	2	3
<b>Для производственных нужд</b>		
1. Приготовление бетона	м <sup>3</sup>	200-300
2. Приготовление раствора	м <sup>3</sup>	170-300
3. Гашение извести	т	2500-3500
4. Поливка кирпича	1000 шт.	200-250
5. Поливка бетона	1 м <sup>3</sup> в сутки	200-400
6. Устройство щебеночной подготовки под полы с промывкой водой	м <sup>3</sup>	650-700
7. Нанесение штукатурки вручную при готовом растворе	м <sup>2</sup>	2-8
8. Компрессоры	1 м <sup>3</sup> воздуха	5-10
9. Автомашины грузовые (заправка, мойка)	1 машина в сутки	400-700
10. Экскаваторы (краны) с двигателем внутреннего сгорания	–*–	150-250
11. Тракторы	–*–	300-600
<b>Для хозяйственных нужд</b>		
12. Поселки на новостройках:		
– неканализованные	на 1 жителя в сутки	25-30
– канализованные	–*–	60-80
13. Рабочие во время пребывания на производстве:		
– при отсутствии канализации	1 рабочий в смену	10-15
– при наличии канализации	–*–	25-30
14. Душевые	на 1 чел., пользующегося душем	25-30
15. Столовая	на 1 посетителя	10-15
16. Посадка деревьев, кустов	на 1 дерево, на 1 куст	500-1700 160-300
17. Поливка газонов	м <sup>2</sup>	5-10

Секундный расход воды на санитарно-бытовые нужды  $Q_{\text{хоз}}$  определяется по формуле

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{q_x \cdot n_p \cdot k_r}{t \cdot 3600} + \frac{q_g \cdot n_g}{t_g \cdot 60},$$

где  $q_x$  – бытовое потребление воды одним работником (см. табл. 7);

$n_{\text{пр}}$  – количество работников в максимальную смену, чел.;

$k_r$  – коэффициент часовой неравномерности водопотребления (принимается равным 1,5–3,0);

$q_g$  – расход воды, л, на одного рабочего, пользующегося душем (см. табл. 3.7);

$t_g$  – продолжительность работы душевой установки (45 мин);

$n_g$  – число пользующихся душем (до 40 % от работающих в смену).

Расход воды на пожаротушение принимается при площади строительной площадки до 10 га равным 10 л/с, при площади 50 га – 20 л/с, при большей площади на каждые дополнительные 25 га расход воды увеличивается на 5 л/с.

Диаметр трубы  $D$  временного водопровода определяется по формуле и подбирается по табл. 3.8:

$$D = \sqrt{\frac{1000 \cdot Q_{\text{расч.}}}{\pi \cdot V}},$$

где  $V$  – скорость движения воды по трубам (для временных водопроводов принимается равной 1,5–2 м/с).

Если диаметр трубы по расчету не соответствует ГОСТу, то принимается труба ближайшего диаметра, имеющегося в ГОСТе.

Т а б л и ц а 3 . 8

Размеры стальных водопроводных труб, мм

Условный проход	Наружный диаметр	Условный проход	Наружный диаметр
6	10,2	40	48
8	13,5	50	60
10	17	70	75,5
15	21,3	80	88,5
20	26,8	90	101,3
25	33,5	100	114
32	42,3	–	–

Примечание. В связи с тем, что промышленность выпускает пожарные гидранты с минимальным диаметром 100 мм, строители вынуждены диаметр трубы временного водопровода принимать таким же. Однако для временного водопровода это нецелесообразно. Поэтому гидранты рекомендуется проектировать на постоянной линии водопровода, а диаметр временного водопровода просчитывать без учета расхода воды на пожаротушение по формуле

$$Q_{\text{расч.}} = 0,5 (Q_{\text{пр.}} + Q_{\text{хоз}}).$$

## Расчет временного электроснабжения

Временное электроснабжение проектируют в следующей последовательности.

Вначале подсчитывают мощность всех машин, механизмов и других электроустановок, а затем подбирают источник электроснабжения.

Общая трансформаторная мощность  $P_p$ , кВт, определяется по формуле

$$P_p = \alpha \cdot \left( \sum \frac{k_{1c} P_c}{\cos \varphi} + \frac{k_{2c} P_T}{\cos \varphi} + \sum k_{3c} \cdot P_{o.v} + P_{o.n} \right),$$

где  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий потери в сети в зависимости от протяженности, сечения и т.п., принимаемый по справочникам ( $\alpha = 1,05-1,10$ );

$k_{1c}, \dots, k_{3c}$  – коэффициенты спроса, зависящие от числа потребителей (для электродвигателей от 10 до 30 кВт  $k$  можно принимать 0,6–0,75, а для внутреннего и наружного освещения – соответственно 0,8 и 1,0);

$P_c$  – силовая мощность, кВт (электродвигатели и т.п.);

$P_T$  – технологическая мощность, кВт (сварочное оборудование и т.п.);

$\cos \varphi$  – коэффициент мощности; можно принимать 0,75–0,85;

$P_{o.v}, P_{o.n}$  – мощность соответственно внутреннего и наружного освещения, кВт.

По полученной расчетом потребной мощности источника электроэнергии подбирается трансформаторная подстанция. Необходимость в подстанции возникает при расположении объекта более чем в 700 м от источника электроснабжения.

Для освещения открытых площадок используются прожекторы заливающего света ПЗС-35, ПЗС-45 и др.

При освещении небольших площадок (до 5000 м<sup>2</sup>) применяются прожекторы ПЗС-35 с лампой 300 и 500 Вт.

Расположение прожекторов на освещаемой территории может быть групповым и индивидуальным.

Расчет нагрузок от осветительных устройств производится по нормам освещенности территории стройплощадки и мест производства работ.

Количество прожекторов  $N$  рассчитывается по формуле

$$N = \frac{p \cdot E \cdot S}{P_{л}},$$

где  $p$  – удельная мощность, при освещении прожекторами ПЗС-35 принимают  $p = 0,25-0,4$  Вт/(м<sup>2</sup>·лк), при ПЗС-45 –  $p = 0,2-0,3$  Вт/(м<sup>2</sup>·лк);

$E$  – освещенность, лк (табл. 3.9);

$S$  – площадь, подлежащая освещению, м<sup>2</sup>;

$P_{л}$  – мощность лампы прожектора, Вт (при освещении прожекторами ПЗС-35  $P_{л} = 500$  и  $1000$  Вт, при ПЗС-45  $P_{л} = 1000$  и  $1500$  Вт).

Т а б л и ц а 3.9

Удельные показатели мощности

Наименование потребителей	Средняя освещенность $E$ , лк	Удельная мощность на $1 \text{ м}^2$ площади, Вт
1	2	3
Территория строительства в районе производства работ	2	0,4
Главные проходы и проезды	3	5 кВт/км
Второстепенные подходы и проезды	1	2,5 кВт/км
Охранное освещение	0,5	1,5 кВт/км
Аварийное освещение	0,2	0,7 кВт/км
Места производства механизированных земляных и бетонных работ	7	1
Монтаж строительных конструкций и каменная кладка	20	3
Такелажные работы, склады	10	2
Свайные работы	3	0,6
Бетонные, растворные и дробильно-сортировочные заводы, сушила, компрессорные и насосные станции, котельные, гаражи, депо	10	5
Отделочные работы	50	15
Канторские и общественные помещения	50	15

### 3.4.8. Расчет технико-экономических показателей стройгенплана

Экономичность выбранного решения стройгенпланов оценивается технико-экономическими показателями и сравнением с лучшими примерами стройгенпланов.

Площадь стройгенплана определяется по геометрическим правилам и формулам.

Протяженность коммуникаций устанавливаются графически с учетом масштаба нанесенных сетей. Площадь временных зданий и сооружений – по табл. 5.

Для оценки эффективности стройгенплана рассчитываются следующие ТЭП:

1. Площадь строительной площадки  $F_{стр.}$ ,  $\text{м}^2$ .
2. Площадь, занимаемая постоянными сооружениями,  $F_1$ ,  $\text{м}^2$ .
3. Площадь застройки временными зданиями и сооружениями  $F_2$ ,  $\text{м}^2$ .
4. Площадь открытых и закрытых складов  $F_3$  и  $F_4$ ,  $\text{м}^2$ .
5. Площадь, занимаемая транспортными коммуникациями,  $F_5$ ,  $\text{м}^2$ .

6. Площадь, занимаемая инженерными коммуникациями, расположенными на поверхности строительной площадки,  $F_6$ , м<sup>2</sup>.

7. Протяженность временных автодорог  $L_1$ , пог.м.

8. Протяженность инженерных коммуникаций: водопровода и канализации соответственно  $L_2$  и  $L_3$ , пог.м.

9. Протяженность электрической сети  $L_4$ , пог.м.

10. Протяженность ограждения на строительной площадке  $L_5$ , пог.м.

11. Коэффициент компактности застройки определяется по формуле

$$K_{к.з.} = \frac{F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6}{F_{стр.}} \cdot 100 \% < 1,$$

12. Коэффициент застройки  $K_3$ , %, вычисляется по формуле

$$K_3 = \frac{F_1 + F_2 + F_3 + F_4}{F_{стр.}} \cdot 100 \% < 1.$$

## Рекомендуемая литература

1. СНиП 12-01-2004. Организация строительства [Текст]; взамен СНиП 3.01.01-85\*; введ. в действие Госстроем России 01.01.2005. Изд. офиц. – М.: Госстрой России: ФГУП ЦНС и АОЗТ ЦНИИОМТП, 2005. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

2. СНиП 12-03-01. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования [Текст]; взамен СНиП 12-03-99\*; введ. в действие Госстроем России 01.09.2001. – Изд. офиц. – М.: Госстрой России: ФГУ ЦОТС, Аналитическим информационным центром «Стройтрудобезопасность», 2001. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

3. СНиП 1.04.03-85\*. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений [Текст]: в 2-х ч. – Введ. в действие Госстроем России 01.01.1991. – Изд. офиц. – М.: Госстрой СССР, Госплан СССР, 1987. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

4. Территориальные единичные расценки ТЕР 81-02-01-2001. Сборник №1. Земляные работы [Текст]: взамен СНиП IV-2-82, СНиП 4.02-91, СНиП 4.05-91; введ. в действие Госстроем России 1.05.2000. – Изд. офиц. – Пенза: Правительство Пензенской области, 2003. – 108 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

5. Территориальные единичные расценки ТЕР 81-02-05-2001. Сборник №5. Свайные работы. Опускные колодцы. Закрепление грунтов [Текст]: взамен СНиП IV-2-82, СНиП 4.02-91, СНиП 4.05-91; введ. в действие Госстроем России 1.05.2000. – Изд. офиц. – Пенза: Правительство Пензенской области, 2003. – 73 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

6. Территориальные единичные расценки ТЕР 81-02-06-2001. Сборник №6. Бетонные и железобетонные конструкции монолитные [Текст]: взамен СНиП IV-2-82, СНиП 4.02-91, СНиП 4.05-91; введ. в действие Госстроем России 1.05.2000. – Изд. офиц. – Пенза: Правительство Пензенской области, 2003. – 39 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

7. Территориальные единичные расценки ТЕР 81-02-07-2001. Сборник №7. Бетонные и железобетонные конструкции сборные [Текст]: взамен СНиП IV-2-82, СНиП 4.02-91, СНиП 4.05-91; введ. в действие Госстроем России 1.05.2000. – Изд. офиц. – Пенза: Правительство Пензенской области, 2003. – 52 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

8. Территориальные единичные расценки ТЕР 81-02-08-2001. Сборник №8. Конструкции из кирпича и блоков [Текст]: взамен СНиП IV-2-82, СНиП 4.02-91, СНиП 4.05-91; введ. в действие Госстроем России 1.05.2000. – Изд. офиц. – Пенза: Правительство Пензенской области, 2003. – 28 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

9. Территориальные единичные расценки ТЕР 81-02-09-2001. Сборник №9. Строительные металлические конструкции [Текст]: взамен СНиП IV-2-82, СНиП 4.02-91, СНиП 4.05-91; введ. в действие Госстроем России 1.05.2000. – Изд. офиц. – Пенза: Правительство Пензенской области, 2003. – 33 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

10. Территориальные единичные расценки ТЕР 81-02-11-2001. Сборник №11. Полы [Текст]: взамен СНиП IV-2-82, СНиП 4.02-91, СНиП 4.05-91; введ. в действие Госстроем России 1.05.2000. – Изд. офиц. – Пенза: Правительство Пензенской области, 2003. – 13 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

11. Территориальные единичные расценки ТЕР 81-02-12-2001. Сборник №12. Кровля [Текст]: взамен СНиП IV-2-82, СНиП 4.02-91, СНиП 4.05-91; введ. в действие Госстроем России 1.05.2000. – Изд. офиц. – Пенза: Правительство Пензенской области, 2003. – 13 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

12. Территориальные единичные расценки ТЕР 81-02-15-2001. Сборник №15. Отделочные работы [Текст]: взамен СНиП IV-2-82, СНиП 4.02-91, СНиП 4.05-91; введ. в действие Госстроем России 5.12.2002. – Изд. офиц. – Пенза: Правительство Пензенской области, 2005. – 62 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

13. Территориальные единичные расценки ТЕР 81-02-22-2001. Сборник №22. Водопровод – наружные сети [Текст]: взамен СНиП IV-2-82, СНиП 4.02-91, СНиП 4.05-91; введ. в действие Госстроем России 1.05.2000. – Изд. офиц. – Пенза: Правительство Пензенской области, 2003. – 37 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

14. Территориальные единичные расценки ТЕР 81-02-23-2001. Сборник №23. Канализация – наружные сети [Текст]: взамен СНиП IV-2-82, СНиП 4.02-91, СНиП 4.05-91; введ. в действие Госстроем России 1.05.2000. – Изд. офиц. – Пенза: Правительство Пензенской области, 2003. – 17 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

15. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы ГЭСН 81-02-01-2001. Сборник №1. Земляные работы [Текст]: утв. и введ. в действие Госстроем России 1.05.2000. – Изд. офиц. – М.: Госстрой России, 2002. – 204 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

16. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы ГЭСН 81-02-05-2001. Сборник №5. Свайные работы. Опускные колодцы. Закрепление грунтов [Текст]: утв. и введ. в действие Госстроем России 15.07.2001. – Изд. офиц. – М.: Госстрой России, 2001. – 121 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

17. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы ГЭСН 81-02-06-2001. Сборник №6. Бетонные и железобетонные конструкции монолитные [Текст]: утв. и введ. в действие Госстроем России 1.05.2000. – Изд. офиц. – М.: Госстрой России, 2002. – 72 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

18. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы ГЭСН 81-02-07-2001. Сборник №7. Бетонные и железобетонные конструкции сборные [Текст]: утв. и введ. в действие Госстроем России 1.05.2000. – Изд. офиц. – М.: Госстрой России, 2002. – 104 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

19. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы ГЭСН 81-02-08-2001. Сборник №8. Конструкции из кирпича и блоков [Текст]: утв. и введ. в действие Госстроем России 1.05.2000. – Изд. офиц. – М.: Госстрой России, 2002. – 36 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

20. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы ГЭСН 81-02-09-2001. Сборник №9. Строительные металлические конструкции [Текст]: утв. и введ. в действие Госстроем России 1.05.2000. – Изд. офиц. – М.: Госстрой России, 2002. – 72 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

21. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы ГЭСН 81-02-11-2001. Сборник №11. Полы [Текст]: утв. и введ. в действие Госстроем России 1.05.2000. – Изд. офиц. – М.: Госстрой России, 2002. – 28 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

22. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы ГЭСН 81-02-12-2001. Сборник №12. Кровля [Текст]: утв. и введ. в

действие Госстроем России 1.05.2000. – Изд. офиц. – М.: Госстрой России, 2002. – 20 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

23. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы ГЭСН 81-02-15-2001. Сборник №15. Отделочные работы [Текст]: утв. и введ. в действие Госстроем России 1.05.2000. – Изд. офиц. – М.: Госстрой России, 2002. – 104 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

24. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы ГЭСН 81-02-22-2001. Сборник №22. Водопровод – наружные сети [Текст]: утв. и введ. в действие Госстроем России 1.10.2000. – Изд. офиц. – М.: Госстрой России, 2002. – 68 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

25. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы ГЭСН 81-02-23-2001. Сборник №23. Канализация – наружные сети [Текст]: утв. и введ. в действие Госстроем России 1.10.2000. – Изд. офиц. – М.: Госстрой России, 2002. – 28 с. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

26. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы ЕНиР Сборник Е2. Земляные работы. Вып.1. Механизированные и ручные земляные работы [Текст]: внесено изм. Государственным строительным комитетом СССР [и др.] 18.12.1990.– М.: Стройиздат, 1988. – 224 с.

27. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы ЕНиР Сборник Е3. Каменные работы. Вып.1. Механизированные и ручные земляные работы [Текст]: утв. Государственным строительным комитетом СССР [и др.] 05.12.1986. – М.: Прейскурантиздат, 1987. – 47 с.

28. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы ЕНиР Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып.1. Здания и промышленные сооружения [Текст]: утв. Государственным строительным комитетом СССР [и др.] 05.12.1986. – М.: Стройиздат, 1987. – 63 с.

29. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы ЕНиР Сборник Е5. Монтаж металлических конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения [Текст]: утв. Государственным строительным комитетом СССР [и др.] 05.12.1986. – М.: Стройиздат, 1987. –31 с.

30. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы ЕНиР Сборник Е5. Монтаж металлических конструкций. Вып. 2. Резервуары и газгольдеры [Текст]: утв. Государ-

ственным строительным комитетом СССР [и др.] 05.12.1986. – М.: Стройиздат, 1987. – 63 с.

31. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы ЕНиР Сборник Е7. Кровельные работы. Вып. 2. [Текст]: утв. Государственным строительным комитетом СССР [и др.] 05.12.1986. – М.: Стройиздат, 1987. – 23 с.

32. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы ЕНиР Сборник Е8. Отделочные покрытия строительных конструкций. Вып.1. Отделочные работы [Текст]: утв. Государственным строительным комитетом СССР [и др.] 05.12.1986. – М.: Стройиздат, 1988. – 152 с.

33. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы ЕНиР Сборник Е9. Сооружения систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Вып.2. Наружные сети и сооружения [Текст]: утв. Государственным строительным комитетом СССР [и др.] 05.12.1986. – М.: Стройиздат, 1988. – 95 с.

34. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы ЕНиР Сборник Е11. Изоляционные работы [Текст]: утв. Государственным строительным комитетом СССР [и др.] 05.12.1986. – М.: Стройиздат, 1988. – 63 с.

35. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы ЕНиР Сборник Е20. Ремонтно-строительные работы. Вып.1. Здания и промышленные сооружения [Текст]: утв. Государственным строительным комитетом СССР [и др.] 05.12.1986. – М.: Стройиздат, 1987. – 222 с.

36. Гаевой, А.Ф. Курсовое и дипломное проектирование. Промышленные и гражданские здания [Текст]: учеб. пособие / А.Ф. Гаевой, С.А. Усик. – Л.: Стройиздат, 1987. – 264 с.

37. Дикман, Л.Г. Организация строительного производства [Текст]: учебник для строит. вузов / Л.Г. Дикман. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 512 с.

38. Цай, Т.Н. Организация строительного производства [Текст]: учебник для вузов / Т.Н. Цай [и др.]. – М.: Изд-во АСВ, 1999. – 432 с.

39. Белецкий, Б.Ф. Технология строительного производства [Текст]: учебник для студ. вузов обуч. по направл. «Строительство», спец. 290800 «Водоснабжение и водоотведение» / Б.Ф. Белецкий. – М.: Изд-во АСВ, 2001. – 416 с.

## Приложение 2

## Варианты

(Варианты с 1 по 15 по возведению)

№ п/п	Наименование работ	Объемы работ по вариантам						
		Ед. изм	1	2	3	4	5	6
			D=5,0м H=3,0м h=3,0м	D=6,0м H=4,2м h=3,6м	D=7,0м H=4,2м h=4,2м	D=9,0м H=5,5м h=4,5м	D=9,5м H=5,0м h=4,0м	D=10,0м H=6,0м h=5,0м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Планировка территории бульдозером	м <sup>2</sup>	177	201	227	283	298	314
2	Разработка грунта II гр. экскаватором	м <sup>3</sup>	255	366	502	566	686	916
3	Разработка грунта вручную	м <sup>3</sup>	2,9	4,2	5,8	9,5	10,6	12
4	Устройство песчаного основания	м <sup>3</sup>	1,96	2,8	3,85	6,4	7,1	7,9
5	Устройство бетонной подготовки	м <sup>3</sup>	5,88	8,5	11,6	19,5	21	23
6	Устройство монолитного днища	м <sup>3</sup>	7,84	11,3	15,4	25,4	28,3	31,4
7	Прокладка водопроводных труб	м	10	10	10	10	12	14
8	Устройство монолитных стен (монтаж стеновых панелей)	м <sup>3</sup>	16,1	27	31	51,5	49,5	62
9	Монтаж подколонников	шт.	1	1	1	1	1	1
10	Монтаж колонн	шт.	1	1	1	1	1	1
11	Монтаж ригелей (балок)	шт.	1	1	1	1	1	1
12	Монтаж плит покрытия	м <sup>3</sup> (шт.)	2,7	4	5,4	8,9	9,9	10,9
13	Устройство вентиляционных труб	м	4	4	4	4	5	6
14	Внутренняя гидроизоляция	м <sup>2</sup>	47,1	79	92,3	156	179	188
15	Испытание водонепроницаемость на	м <sup>3</sup>	59	119	161,5	350	425	471
16	Наружная гидроизоляция	м <sup>2</sup>	53	88	100,8	166,5	191	200
17	Дезинфекция емкости	м <sup>3</sup>	59	119	161,5	350	425	471
18	Засыпка пазух котлована вручную	м <sup>3</sup>	3,9	4,9	10,2	4,3	5	9
19	Засыпка котлована бульдозером	м <sup>3</sup>	192	242	343,7	212	235	436
20	Устройство насыпи	м <sup>3</sup>	90	156	125	226	278	290
21	Уплотнение грунта	м <sup>3</sup>	90	156	125	226	278	290
22	Устройство отмостки	м <sup>2</sup>	30,6	35,3	40	50	52	54

заданий

резервуара чистой воды (РЧВ))

7	8	9	10	11	12	13	14	15
$D=10,5\text{м}$ $H=4,0\text{м}$ $h=3,0\text{м}$	$D=11,0\text{м}$ $H=5,0\text{м}$ $h=4,0\text{м}$	$D=12,0\text{м}$ $H=4,8\text{м}$ $h=4,0\text{м}$	$6\times 12$ $H=3,0\text{м}$ $h=2,0\text{м}$	$6\times 15$ $H=3,0\text{м}$ $h=2,0\text{м}$	$12\times 12$ $H=3,0\text{м}$ $h=2,0\text{м}$	$12\times 24$ $H=3,0\text{м}$ $h=2,0\text{м}$	$18\times 18$ $H=3,0\text{м}$ $h=2,0\text{м}$	$24\times 18$ $H=3\text{м}$ $h=2,0\text{м}$
10	11	12	13	14	15	16	17	18
330	346	380	187	220	289	493	529	667
585	831	933	248	299	425	765	845	1080
13	14	17	10,8	13,5	21,6	43,2	48,6	64,8
8,7	9,5	11,3	7,2	9	14,4	28,8	32,4	43,2
26	28,5	34	21,6	27	43,2	86,4	97,2	129,6
34,6	38	45	28,8	36	57,6	115,2	129,6	172,8
16	18	20	10	12	14	16	18	20
43,5	58	55,6	124,4	145,2	165,9	248,8	290,3	248,8
1	1	1	10	12	16	28	30	38
1	1	1	10	12	16	28	30	38
1	1	1	10	12	16	28	30	38
12	13,3	16	4	5	8	16	18	24
7	8	9	4	5	6	7	8	9
132	173	196	180	216	288	504	540	624
346	570	543	216	270	432	864	972	1296
140	183	206	108	126	144	216	216	252
346	570	543	216	270	432	864	972	1296
4,8	5,2	7,8	2	2,4	3	3,8	4	4,3
234	256	382	102	116	134	185	193	211
289	383	334	176	209	281	477	521	648
289	383	334	176	209	281	477	521	648
56,7	59	63,5	29,25	33,8	38,3	56,3	56,3	65,3

Продолжение прил. 2

(Варианты с 16 по 30 по возведению насосной станции)

№	Наименование работ	Ед. изм	Объем работ по вариантам														
			16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
			6×9М H <sub>н</sub> =4,8М H <sub>п</sub> =6,0М	6×9М H <sub>н</sub> =2,4М H <sub>п</sub> =3,6М	12×6М H <sub>н</sub> =2,4М H <sub>п</sub> =3,6М	12×6М H <sub>н</sub> =4,8М H <sub>п</sub> =6,0М	6×15М H <sub>н</sub> =6,0М H <sub>п</sub> =7,2М	6×15М H <sub>н</sub> =2,4М H <sub>п</sub> =3,6М	D=6,3М H=6,6М	D=7,8М H=7,8М	D=9М H=8,4М	D=10,8М H=8,8М	D=12М H=9М	D=15,3М H=9,6М	D=18М H=10,2М	D=21М H=11,4М	D=24М H=12,6М
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Планировка территории бульдозером	м <sup>2</sup>	154	154	187	187	220	220	208,6	248,7	283,4	340	380	502	615,4	754,4	907,5
2	Разработка грунта II гр. экскаватором	м <sup>3</sup>	599	359,4	451,2	752	905	362									
3	Разработка грунта вручную	м <sup>3</sup>	8,1	8,1	10,8	10,8	13,5	13,5									
4	Устройство песчаного основания	м <sup>3</sup>	5,4	5,4	7,2	7,2	9	9									
5	Устройство бетонной подготовки	м <sup>3</sup>	21,6	21,6	28,8	28,8	36	36	12,5	19,1	25,4	36,6	45,2	73,5	101,7	138,5	180,9
6	Устройство фундамента	шт.	24	24	28	28	34	36									
7	Монтаж стеновых панелей краном	м <sup>3</sup>	97,2	54	97,2	116,6	167	75,6									
8	Монтаж колонн краном	шт.	6	6	8	8	12	12									
9	Монтаж ригелей (балок)	шт.	6	6	8	8	12	12									
10	Монтаж плит покрытия	шт.	5	5	6	6	8	8									
11	Гидроизоляция плит покрытия асфальтовой мастикой	м <sup>2</sup>	54	54	72	72	90	90									
12	Оштукатуривание внутренних поверхностей	м <sup>2</sup>	324	180	324	388,8	554	252									
13	Засыпка котлована бульдозером	м <sup>3</sup>	275	165	192	320	257	110									
14	Устройство отмотки	м <sup>2</sup>	24,8	24,8	29,3	29,3	33,8	33,8	36,7	43,8	49,5	58	64	79	91,8	106	120,2
15	Возведение конструкции стен и ножа	м <sup>3</sup>							130,6	176,3	237,4	89,5	101,7	137,4	173	225,7	284,9

## Окончание прил. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
16	Гидроизоляция ножевой части	м <sup>2</sup>							0,4	0,43	0,5	0,55	0,60	0,60	0,61	0,7	0,76
17	Погружение колодца и выемка грунта в отвал	м <sup>3</sup>							246,7	398,8	607,7	898	1121	1905	2770	4175,2	5985,6
18	Приготовление и подача глинистого раствора в застенное пространство	м <sup>3</sup>							14,5	19,22	25,6	31,5	36,5	48,4	60	77,7	97,8
19	Устройство дренирующего слоя	м <sup>3</sup>							4,65	7,15	9,54	13,7	17	27,3	38,2	52,0	67,8
20	Устройство монолитного ж/б днища	м <sup>3</sup>							9,3	14,3	19,1	27,4	34	55	76,3	103,9	135,6
21	Гидроизоляция днища	м <sup>3</sup>							31,2	47,8	63,6	91,5	113	184	254,3	346,2	452,2
22	Отделочные работы	м <sup>2</sup>							130,6	158,3	237,4	298	339	458	576,7	751,7	949,7
23	Монтаж плит перекрытия	м <sup>3</sup>							9,3	14,3	19,1	27,4	34	55	76,3	103,9	135,6
24	Устройство фундамента под оборудование	м <sup>3</sup>							0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54

ПОЯСНЕНИЯ К ВЫПОЛНЯЕМЫМ РАБОТАМ

**Планировка территории.** Территорию стройплощадки расчищают от кустарников, деревьев, пней и больших камней, снимают слой растительного грунта, сносят не подлежащие к использованию строения, кустарники и мелколесье удаляют бульдозерами. Растительный слой срезают автогрейдером и бульдозерами.

**Разработка грунта экскаватором.** Осуществляется торцовыми или боковыми проходками с перемещением экскаватора по верху забоя «на себя» с копанием грунта ниже уровня его стоянки. Последняя особенность важна в тех случаях, когда грунты увлажнены или мокрые. Разработка грунта таким экскаватором может вестись прямолинейной, зигзагообразной, лобовой и боковой проходками. Разрабатываемый грунт отсыпают в отвал на берму или частично на транспорт.

**Разработка грунта вручную.** После разработки грунта экскаватором производится ручная подчистка дна котлована для того, чтобы исключить погрешности, возникающие при разработке экскаватором.

Толщину недобора при отрывке котлованов одноковшовыми экскаваторами определяют в зависимости от вида рабочего оборудования экскаватора и вместимости его ковша по табл. 1ПЗ.

Т а б л и ц а 1 П 3

Допустимые недоборы грунта по дну котлованов и траншей

Рабочее оборудование экскаватора	Допустимые недоборы грунта ( $h_n$ ), см при отрывке одноковшовым экскаватором с емкостью ковша, м <sup>3</sup>				
	0,25-0,4	0,5-0,65	0,8-1,25	1,5-2,5	3-5
Прямая лопата	5	10	10	15	20
Обратная лопата	10	15	20	–	–
Драглайн	15	20	25	30	30

**Устройство песчаного и бетонного оснований.** Устраивается для лучшего выравнивания подготовленной поверхности, а также для того, чтобы грунт не подвергался просадке. Бетонная подготовка устраивается для лучшего сцепления и защиты монолитного днища от возникающих в нем напряжений.

**Монтаж прямоугольных резервуаров (прямоугольных насосных станций).** Ведут практически из одних и тех же сборных элементов, независимо от их емкости, что позволяет применять однотипную технологию и схемы работ. Монтаж малых в плане резервуаров осуществляют с передвижением крана вокруг них по берме котлована или внутри котлована, а средних и больших – с передвижением крана по их днищу. Монтаж конструкций средних и больших размеров ведут по пролетам между продольными осями, принимаемыми в качестве монтажных участков. Работы на каждом из них выполняют тремя специализированными потоками: установка стеновых панелей и подколонников; монтаж колонн с одновременным замоноличиванием стыков; укладка ригелей и плит покрытия. Монтаж стеновых панелей выполняют с захватом их за две верхние боковые петли. Технология монтажа сборных резервуаров определяется типом применяемых стеновых панелей. При монтаже их из панелей с опорной пятой работы рекомендуются выполнять в такой последовательности: устройство бетонной подготовки; монтаж стеновых панелей; раскладка арматуры днища и стыкование ее с выпусками арматуры из пят панелей; бетонирование днища; монтаж подколонников, колонн, циркуляционных перегородок и плит покрытия; заделка стыков; гидроизоляция литым асфальтом и бетонирование обвязочной балки; гидравлическое испытание; наружная гидроизоляция стен и обратная засыпка резервуара.

**Монтаж круглых (цилиндрических) резервуаров.** Для монтажа такие сооружения разбивают на монтажные участки с учетом общих габаритов и объема резервуара. В круглых резервуарах вместимостью до 1000 м<sup>3</sup> монтажные участки назначают между концентрическими осями колонн и стеновых панелей, а в резервуарах большей вместимости – по секторам под углами в 90° и 120°. Монтаж круглого резервуара начинают с его центра, заездом крана на днище. При этом кран и транспортные средства в процессе монтажа колонн, ригелей и плит движутся по кольцевым направлениям. В заключение кран выезжает на берму котлована и, двигаясь по ней, монтирует стеновые панели и плиты покрытия последнего ряда.

**Устройство вентиляционных труб.** Устраивают для циркуляции воздушных масс, в результате которой происходит насыщение кислородом воды, хранящейся в резервуаре.

**Гидроизоляция.** Изоляционные покрытия любых видов предназначены для защиты конструкций от разрушающего воздействия окружающей среды, создания нормальных условий эксплуатации. С внутренней стороны стены и днище изолируют в основном торкретированием и железнением цементно-песчаным раствором. Поверхности вначале очищают с последующей промывкой струей воды под напором. Торкретирование ведут с помощью цемент-пушки. Снаружи гидроизоляцию стен резервуаров выполняют после гидравлического их испытания. Наружную гидроизоляцию сооружений на основе битумных материалов устраивают окрасочной и оклеечной.

**Испытание на водонепроницаемость.** Для проверки прочности и водонепроницаемости конструкций стен и днища емкостных сооружений их подвергают гидравлическому испытанию после завершения всех строительно-монтажных работ, за исключением оклеечной гидроизоляции и обратной засыпки. Сооружения испытывают водой через 28 суток после окончания бетонных работ.

**Дезинфекция емкости.** Применяют для уничтожения из емкости попавших в нее в период строительства болезнетворных микроорганизмов и бактерий для соблюдения СанПиН по хранению воды.

**Засыпка котлована бульдозером.** Бульдозерами засыпают котлованы с трубопроводом, используя при этом различные схемы проходов: прямолинейную, косопоперечную параллельную, косоперекрестную, комбинированную. Эффективным при засыпке котлованов бульдозером является комбинированный метод, при котором бульдозер выполняет два прохода: вначале косопоперечный, а затем прямой поперечный. При этом производительность работы бульдозера повышается за счет уменьшения длины перемещения грунта и улучшения условий его набора отвалом при втором проходе.

**Устройство насыпи и уплотнение грунта.** Насыпь устраивается для предотвращения промерзания резервуара в холодное время года и лучшей его защиты, возводится способом сухой отсыпки грунта с последующим искусственным уплотнением пневматической трамбовкой.

**Устройство отмостки.** Отмостка должна предохранять сооружение от попадания поверхностной влаги, устраивается по периметру всего сооружения на ширину более 0,5 м из бетона под углом.

**Устройство фундамента.** Фундамент – это подземная часть сооружения, воспринимающая нагрузки и передающая их на основание. В данном случае применяется ленточный фундамент из прямоугольных железобетонных (ж/б) фундаментных плит.

**Оштукатуривание внутренних поверхностей.** Предназначено для выравнивания поверхностей и защиты их от вредных воздействий окружающей среды. Перед оштукатуриванием необходимо подготовить поверхность; приготовить штукатурный раствор; нанести его и разровнять. Накрывка, затирка и заглаживание полученного слоя относятся к отделке поверхностей.

**Устройство временного основания под нож колодца.** Временное основание под ножом монолитного опускного колодца устраивают в виде грунтовых и щебеночных призм.

**Возведение конструкции стен и ножа монолитных ж/б опускных колодцев.** Стены при глубине колодца до 10 м возводят сразу на полную высоту. Арматуру делают из пространственных армоблоков и сеток. Монтируют кранами на высоту одного слоя бетонирования, последующие пояса арматуры устанавливают после бетонирования нижнего яруса. Бетонирование производят последовательно по периметру слоями толщиной 20–50 см, уплотняя глубинными вибраторами. Под понятием «нож» подразумевается вся нижняя часть стен колодца с наклонной внутренней гранью, включая и стальную окантовку. Наиболее часто применяются стальные сварные конструкции с легкой металлической окантовкой для ж/б колодцев.

**Гидроизоляция ножевой части.** Применяется металлическая и торкрет-гидроизоляция для увеличения водонепроницаемости и усиления конструкции.

**Погружение колодца и выемка грунта в отвал.** Колодец снимается с временного основания и под действием силы собственного веса и режущего ножа начинает погружаться в землю. Разработку грунта в колодце производят экскаваторами и бульдозерами с выдачей грунта на поверхность кранами. В малых колодцах ( $R < 2$  м) землю копают вручную. Землеройные машины в колодец опускают по частям с помощью башенных кранов и монтируют в забое. По окончании работ также поднимают их на поверхность. Подъемными сосудами для грунта служат кузова автосамосвалов емкостью 1,5–2,5 м<sup>3</sup>. При погружении колодцев важными задачами являются систематическое определение точных замеров положения колодца в пространстве, а также контроль за напряжением в арматуре. Выравнивание образующихся кренов производят подработкой грунта с высокой зависшей стороны, при этом под нож опережающей стороны стенки колодца подводят подкладки.

**Приготовление и подача глинистого раствора в застенное пространство.** Глинистый раствор используется для удержания грунтов от соприкосновения с боковой поверхностью опускаемого колодца. Основное требование, предъявляемое к глинистому раствору, заполняющему прорезь, образованную при изготовлении нижней части сооружения на высоту 2–3 м немного шире основного сооружения, чтобы по всему периметру образовался отступ шириной до 15 см, сводится к обеспечению устойчивости грунтовой стенки против её обрушения в течение периода опускания колодца до проектной отметки. Для выполнения этого требования глинистый раствор должен иметь избыточный удельный вес по отношению к грунтовой воде с целью создания повышенного гидростатического давления на стенки прорези; образовывать на грунтовой стенке пленку, препятствующую излишним потерям глинистого раствора, сохранять стабильность всех свойств на период использования раствора.

**Устройство дренирующего слоя, монолитного ж/б днища и его гидроизоляция.** Днище в колодцах, погружаемых с водоотливом, устраивают посуху. Грунт в основании забоя утрамбовывают и планируют с организацией стока воды к приямку. Укладывают дренирующий щебеночный слой. В приямок устанавливают металлический патрубок, через который производят откачку появляющихся грунтовых вод на протяжении изготовления днища. По дренажу укладывают бетонную подготовку, наклеивают гидроизоляцию (количество слоев которой зависит от категории помещения) и защищают её бетонной стяжкой. Ж/б плита днища бетонируется поблочно в два яруса.

**Отделочные работы.** Под ними подразумевается улучшенное оштукатуривание поверхностей. Перед этим необходимо подготовить поверхности и приготовить сам раствор. Специальная штукатурка предназначена для защиты конструкций и помещений от влаги высоких температур, кислот, щелочей и других вредных воздействий. Улучшенная штукатурка устраивается из трех слоев: обрызга, грунта и накрывочного слоя (общая толщина около 15 мм)

**Устройство фундамента под оборудование.** Фундамент делают из монолитного ж/б, он не должен иметь поверхностных трещин, поврежденных углов и оголенной арматуры. На фундаменте должна быть закреплена металлическая пластина, на которую нанесены осевые и высотные отметки. Размеры фундамента под насос выбираются из каталогов в соответствии с выбранной маркой насоса.

## Приложение 4

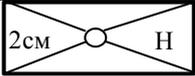
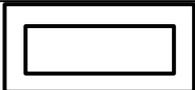
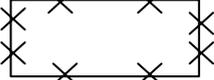
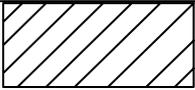
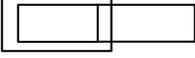
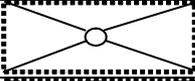
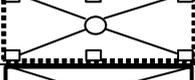
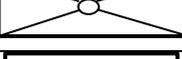
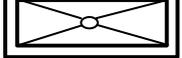
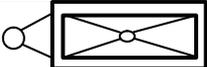
### Нормативы потребности во временных административных и культурно-бытовых зданиях на стройплощадке

Наименование помещений	Назначение	Единица измерения	Нормативный показатель
Контора строительства	Площадь на 1 ИТР	м <sup>2</sup>	4 на 1 чел.
Гардеробная	Хранение уличной одежды в индивидуальных шкафах	м <sup>2</sup>	0,6 на 1 чел.
Душевая	Количество чел. на 1 душевую сетку	чел.	3-5 чел.
	Площадь на 1 сетку	м <sup>2</sup>	2,2
Умывальная	Количество чел. на 1 кран	чел.	7
	Площадь на 1 кран	м <sup>2</sup>	1,5
Туалет	Количество чел. на 1 чашу	чел.	15
	Площадь на 1 чашу	м <sup>2</sup>	1,5-3,0
Помещение для обогрева рабочих	Площадь на 1 работающего на открытом воздухе	м <sup>2</sup>	1
Помещение для сушки одежды	Площадь на 1 работающего	м <sup>2</sup>	0,2
Проходная	Общая площадь	м <sup>2</sup>	8-10
Столовая	Площадь на 1 человека	м <sup>2</sup>	1
Буфет	Площадь на 1 человека	м <sup>2</sup>	0,8
Помещение для приема пищи	Площадь на 1 работающего	м <sup>2</sup>	0,25
Медпункт	Оказание работающим первой медпомощи	м <sup>2</sup>	Не менее 36
Помещение для личной гигиены женщин	Общая площадь	м <sup>2</sup>	6-10 (при количестве работающих женщин в смену 50-100 чел.)
Кладовая	Для хранения мелких изделий, инвентаря и пр.	м <sup>2</sup>	Объектная не менее 25 м <sup>2</sup> , общеплощадочная не менее 60
Временная ремонтная мастерская	Общеплощадочная	м <sup>2</sup>	60

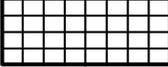
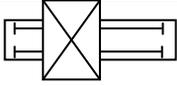
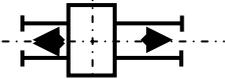
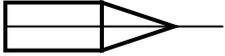
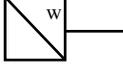
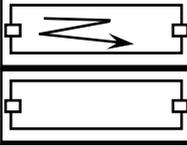
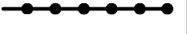
Примечание. Площадь помещения для приема пищи должна быть не менее 12 м<sup>2</sup>.

## Приложение 5

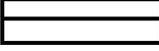
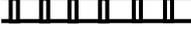
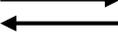
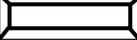
### Условные обозначения элементов стройгенплана

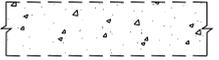
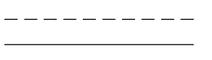
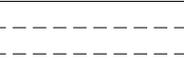
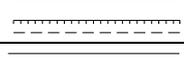
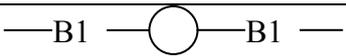
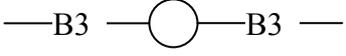
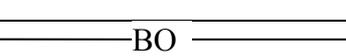
Наименование	Условные обозначения	Примечание
1	2	3
<b>Здания</b>		
Постоянно существующие		Надписи внутри изображения зданий обозначают: цифры – этажность; буквы: ж – жилое, н – нежилое; у огнестойких зданий буквами указывают материал: к – кирпичный, жб – железобетонный, шлакоблочный и т.п.; см – смешанный
Постоянно существующие, используемые в период строительства		
Постоянно проектируемые		
Постоянные подземные		
Навесы		
Здания, подлежащие сносу		
Здания подлежащие реконструкции		
Здания подлежащие расширению		
Временные здания: – неинвентарные		
– неинвентарные, типа навес		
– инвентарные сборно-разборные		
– инвентарные мобильные контейнерные со съёмной ходовой частью и без неё		
– то же на собственной ходовой части		

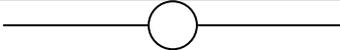
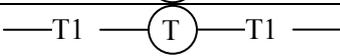
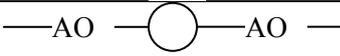
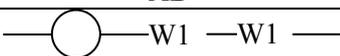
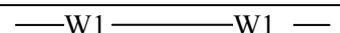
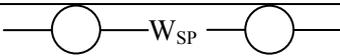
Продолжение прил. 5

1	2	3
Временные сооружения: – площадка производственная, складская (открытая) без покрытия		
– то же с покрытием		
– площадка с оборудованием козловым краном		
– краны башенные и рельсовые стреловые		
– краны самоходные стреловые		
Мачтовые подъемники: – грузопассажирские		
– площадочные		
– стреловые		
Лебедки: – электрические		
– ручные		
Люльки самоподъемные: – электрические		
– ручные		
Ограждение рельсовых путей		
Линия границы опасной зоны		
Навес для отдыха		
Бочка с водой		
Ящик с песком		
Питьевой фонтанчик		

Продолжение прил. 5

1	2	3
Щит со средствами пожаротушения		
Скамья		
Устройство для мытья обуви		
Въезд на территорию		
Место для курения		
Столбы деревянные		
Столбы деревянные с подкосом		
Фонари электрические		
Прожекторы на опоре		
Ограждение территории: – деревянное инвентарное		
– то же с козырьком и тротуаром		
– из проволоочной сетки		
– из колючей проволоки		
– из деталей сборного железобетона		
Шкаф электропитания крана		
Направление движения транспорта и крана		
Направление движения рабочих		
Бункер для бетона		
Ящик для раствора		
Контейнеры, пирамиды		

1	2	3
<b>Дороги</b>		
Постоянные, проектируемые, используемые в период строительства: – покрытие из сборных ш.б. плит – шоссейные дороги		
– улучшенные профилированные		
– ж.д. нормальной колеи		
– ж.д. узкой колеи		
Временные: – покрытие из сборных ш.б. плит		
– улучшенные профилированные		
– естественные грунтовые – пешеходные дорожки		
– ж.д. узкой колеи		
Опасная зона дорог		
<b>Инженерные сети</b>		
Водопровод: – постоянный, существующий, используемый в период строительства		
– постоянный, существующий, используемый в период строительства		
– временный		
– колодец с пожарным гидрантом		

1	2	3
– колодец водопроводный		
Канализация: – постоянная, существующая, используемая в период строительства		
– постоянная, проектируемая используемая в период строительства		
– временная		
– смотровой колодец		
Теплосети – постоянные, существующие, используемые в период строительства		
– постоянные, проектируемые, используемые в период строительства		
– временные		
Воздуховоды: – постоянные, существующие, используемые в период строительства		
– то же проектируемые		
– временные		
Электроснабжение: – постоянное, существующее, наземное на опорах		
– то же кабельное		
– временное наземное на опорах		
– то же кабельное		
– трансформаторные подстанции		
– щит распределительный		

## 4. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖА СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

### 4.1. Проектирование промышленных систем вентиляции

Системы вентиляции для предприятий (рис. 4.1) должны иметь повышенные показатели надежности. От функциональности системы зависит не только эффективная работа основного оборудования, но и безопасность персонала. Эффективное удаление пыли и продуктов, выделяющихся при производстве, поддержание оптимального уровня влажности воздуха снижают риск развития профессиональных заболеваний.

Профессиональное проектирование и квалифицированный монтаж систем вентиляции создают надлежащие условия эксплуатации производственных помещений:

- оптимальный микроклимат в здании;
- соответствие воздушной среды санитарным нормам;
- снижение взрыво- и пожароопасности предприятия;
- обеспечение технологического режима производства, условий хранения сырья и продукции.

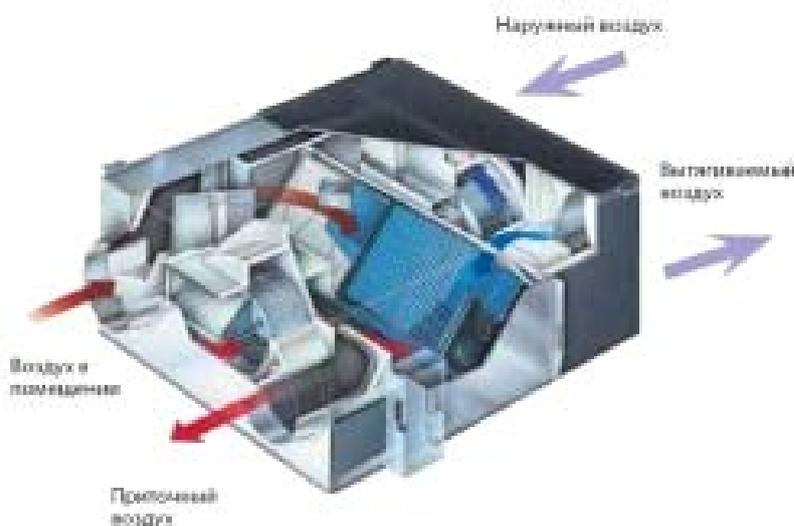


Рис. 4.1. Схема работы промышленной вентиляции

При проектировании системы промышленной вентиляции учитывается объем и конфигурация производственных помещений, численность рабочего персонала, теплоотдача оборудования, климатические условия местности.

При разработке проекта специалисты руководствуются нормативами СНиП 3.05.01-85, в которых содержатся требования о соответствии применяемого оборудования и материалов рабочим условиям помещений. В правилах оговаривается, в частности, применяемый материал для воздуховодов, его плотность, температуростойкость, подверженность коррозионному влиянию.

С учетом всех нюансов эксплуатации помещений предприятия вычисляются проектные параметры системы вентиляции:

- требуемая кратность воздухообмена;
- протяженность и диаметр воздуховодов;
- мощность вентиляционных установок;
- перечень дополнительного оборудования (фильтров, увлажнителей и т.д.);
- сметная стоимость системы с учетом затрат на монтаж.

В результате создается общая схема разводки воздуховодов и питающих кабелей (рис. 4.2, 4.3). Проводится технико-экономическое обоснование проекта.

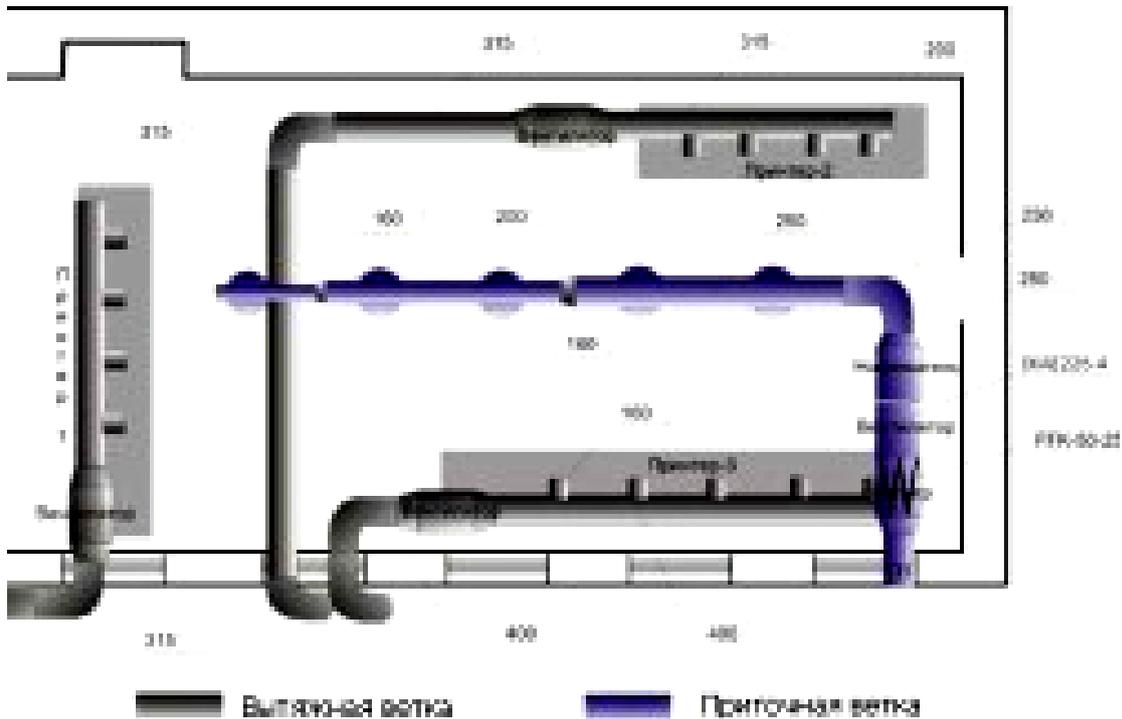


Рис. 4.2. Чертеж проектирования промышленной вентиляции

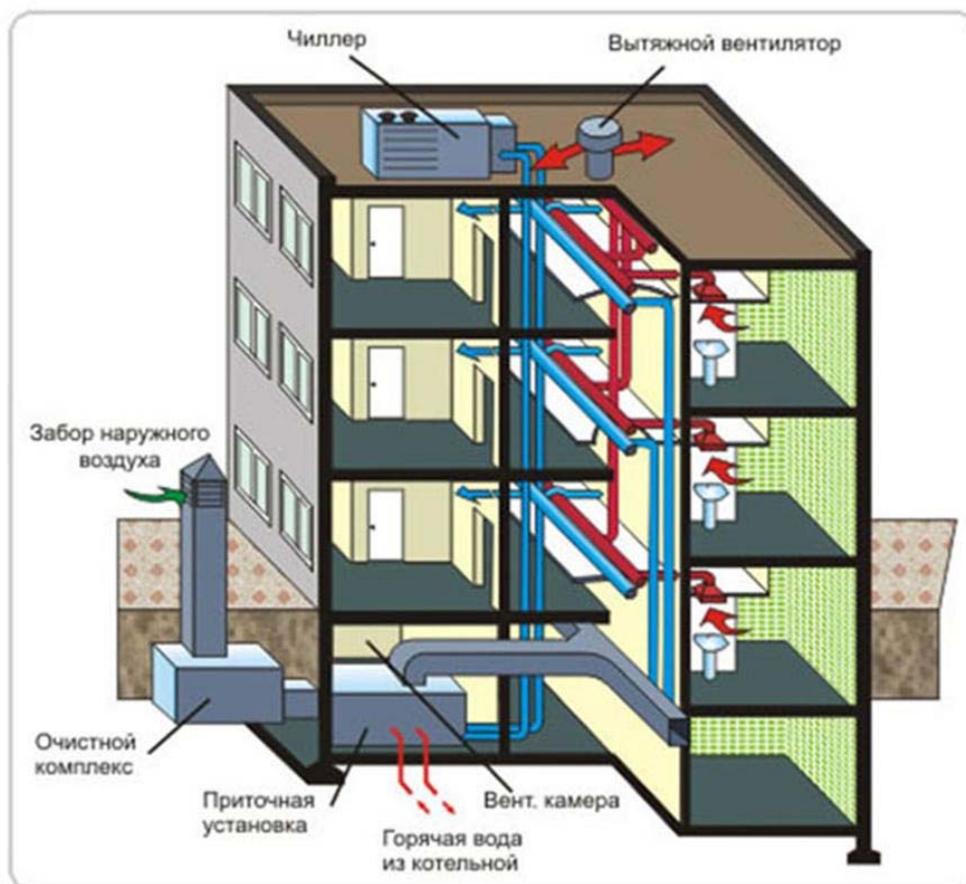


Рис. 4.3. Схема вентиляции

## 4.2. Технология монтажа промышленной вентиляции

Специфика небольших предприятий, как правило, индивидуальна и требует персональных мероприятий по устройству вентиляции. В зависимости от профиля предприятия и особенностей производства выполняется установка общей системы вентиляции или организуется дополнительная циркуляция воздуха на отдельных участках или рабочих местах. Монтаж устройств местного воздухообмена производится для обдува выпускаемых изделий, усиления тяги в котлах и обеспечения других процессов, предусмотренных технологией.

Монтажные работы включают в себя целый ряд технологических операций и проводятся в такой последовательности:

1. Определяются места установки вентиляторов.
2. Пробиваются отверстия под воздуховоды в несущих и промежуточных стенах.
3. Монтируются крепления и производится сборка вентиляционных каналов и ответвлений.

4. Устанавливаются диффузоры, защитные решетки, трубопроводы для отвода конденсата и т.д.

5. Производится монтаж и обвязка вентиляторов, установка калориферов или холодильной техники.

6. Подключается электрическое оборудование.

7. Выполняются пусконаладочные работы.

8. Оформляется акт приема-передачи с подписями заказчика и подрядчика.

Цеха малых предприятий и мастерские, в которых в процессе деятельности не происходит загрязнения воздуха помещений вредными для здоровья веществами, оборудуются локальной вытяжной системой. Инfiltrация приточного воздуха в них происходит из вентиляционных отверстий и окон.

Чаще в схеме системы промышленной вентиляции предусматривается отдельная работа групп вентиляторов на вытяжку и на приток. Управление работой оборудования производится с единого щита управления. Сложные системы с дополнительными устройствами кондиционирования и подогрева воздуха оборудуются автоматическим управлением и защитой.

### 4.3. Монтаж воздуховодов системы

Вентиляционные каналы чаще монтируют над подвесными потолками для создания эстетического вида помещения. В подготовленные отверстия производится установка приточных и вытяжных диффузоров. Для прокладки линий подачи и вытяжки воздуха чаще монтируются прямоугольные короба или трубы из оцинкованной стали с толщиной стенок 0,5–1 мм. Материал выдерживает температуру транспортируемой среды до 80°C с влажностью до 60 %.

В более сложных условиях используется углеродистая сталь толщиной 1,5–2 мм или нержавеющий металл. Для производств, где при работе выделяются активные газы, применяются воздуховоды из алюминия, металлопласта или углеродистой стали с защитным покрытием.

Наибольшая производительность системы вентиляции достигается при монтаже 70 % воздуховодов прямой направленности.

Тяга снижается при большом количестве переходников, отводов и разветвителей.

Соединение элементов воздуховода производится фальцевым или сварным способом. Трубы из стали толщиной до 1 мм стыкуют между собой на фальцах. Более толстостенные элементы соединяют с помощью сварки. Сборка секций с круглым сечением может производиться способом «нипель-муфта» или с помощью бандажа.

В последнее время в вентиляционных системах используются панельные воздуховоды. Материал, из которого они изготавливаются, – фиброгейн. Он может служить покрытием вентиляционных труб или основным материалом при их изготовлении. Воздуховоды такого типа отличаются высокой стойкостью к температурным нагрузкам и теплоизоляционными качествами. Их установка производится с помощью специальной огнестойкой мастики и саморезов. В соответствии с качеством материала стоимость воздуховодов достаточно высокая.

По завершении монтажа системы вентиляции проводятся пусконаладочные работы и балансировка воздуховодных сетей. Регулированием работы дросселирующих устройств производительность системы и давление в сети приводится к рабочим значениям, указанным в проекте.

Работоспособность и эффективность промышленной системы вентиляции определяет не только качественно проведенные монтажные работы, но и грамотное предварительное проектирование. Создаваемый проект должен учитывать все возможные производственные ситуации и предполагаемое увеличение мощностей основного оборудования.

#### 4.4. Монтаж крышных вентиляторов

Радиальные и осевые крышные вентиляторы устанавливают на типовые железобетонные стаканы, которые служат конструктивной частью усиленной железобетонной плиты перекрытия цеха. Стаканы внутренним диаметром 700, 1000 и 1450 мм, минимальной высотой 400 мм оборудуются закладными деталями: анкерными болтами для крепления вентилятора и трубками, через которые проходят болты крепления поддона вентилятора. Поддоны предназначены для сбора влаги, конденсирующейся на металлических частях вентилятора в холодный период года. Поддоны оборудуют дренажным трубопроводом диаметром 15–20 мм, который присоединяют к муфте в нижней части поддона. По периметру примыкания вентилятора к стакану устанавливают козырек, чтобы атмосферные осадки не проникали в зазор между стаканом и вентилятором. Вентиляторы крепят к стакану восемью закладными анкерными болтами. Между стаканом и вентилятором устанавливают резиновую прокладку.

Перед монтажом крышного вентилятора проверяют: размеры и привязку стакана к строительным конструкциям; высоту стакана и соответствие закладных анкерных болтов в стакане диаметру и шагу крепежного фланца вентилятора.

До начала монтажа выполняют ревизию вентилятора и его электродвигателя и проверяют зазор между рабочим колесом и обечайкой или входным патрубком.

После осмотра к всасывающему патрубку радиального вентилятора присоединяют самооткрывающийся обратный клапан, который автоматически открывается при работе вентилятора, а при его остановке закрывает сечение патрубка. Если в соответствии с проектом к крышному вентилятору подключают сеть воздухопроводов, то ее первое звено (патрубок) присоединяют к вентилятору до его монтажа на стакане.

Масса сети воздухопроводов не должна передаваться на крышный вентилятор, для чего воздухопроводы крепят к строительным конструкциям. Монтаж крышного вентилятора ведут в такой последовательности:

- стропят вентилятор, поднимают и перемещают его башенным или автомобильным краном к месту установки либо надвигают на стакан вручную; если вентилятор оборудован виброизоляторами, то виброизолированную часть крепят стопорными болтами и втулками, предусмотренными в конструкции вентилятора;

- устанавливают вентилятор на железобетонный стакан, на который предварительно устанавливается резиновая прокладка; отверстия крепежного фланца вентилятора осторожно пропускают через анкерные болты;

- выверяют горизонтальность положения вентилятора по уровню и устанавливают козырек; на каждый анкерный болт навертывают гайку и контргайку; под гайки устанавливают шайбы;

- после монтажа вентилятора проверяют легкость хода самооткрывающегося клапана и при необходимости регулируют ход противовесом; у вентиляторов, снабженных виброизоляторами, снимают стопорные болты и втулки, которыми была закреплена виброизолированная часть при транспортировании и такелажных работах;

- подводят электропитание; проверяют прочность соединений, легкость вращения рабочего колеса; пробным включением определяют соответствие направления вращения рабочего колеса вентилятора указанию стрелки.

Технология монтажа крышных вентиляторов с помощью домкратов предполагает проведение следующих операций:

- уложить на кровлю настил из досчатых щитов;

- поднять краном крышный вентилятор, установить его на две ранее поднятые тележки, предварительно положив на них два разгрузочных швеллера № 8 длиной 4 м и закрепить вентилятор к швеллерам в четырех местах болтами М16х80. Проложить между швеллерами и плитой вентилятора два деревянных бруска высотой 40 мм, шириной 100 мм и длиной 1300 мм;

- привезти на тележках крышный вентилятор к месту монтажа и установить его над стаканом;

- установить четыре реечных домкрата грузоподъемностью 5 т или реечных автомобильных домкрата грузоподъемностью 300 кг (узел А);

- приподнять домкратом крышный вентилятор на 30 мм в положение II;
- снять швеллеры и откатить тележку (положение II);
- опустить домкратами крышный вентилятор на стакан в положение III и закрепить его;
- снять реечные домкраты.

Для установки крышных вентиляторов импортного производства используются различные комплектные принадлежности: рамы, покрывающие пластины, крышные короба, обратные клапаны.

Вентиляторы дымоудаления и подпора воздуха монтируются аналогично вентиляторам общего назначения.

#### 4.5. Особенности монтажа вентиляционной системы промышленного назначения

Вентиляция для гражданских, бытовых и промышленных помещений имеет свои особенности, поэтому монтаж систем вентиляции каждого типа зданий будет различаться.

Так, выбор материала воздуховода зависит от температуры проходящих воздушных потоков, а разные материалы подразумевают различное крепление. Также при выборе учитывается максимально допустимое давление, что позволит продлить срок службы вентиляционной системы.

Монтаж промышленной вентиляции чаще всего подразумевает применение металлических воздуховодов круглого или прямоугольного сечения. Используются прямые и фасонные части для прокладки на любых участках. Материал – оцинкованная сталь толщиной 0,5–1,0 мм. Такие вентиляционные каналы свободно выдержат температуру воздушных потоков до 80° при влажности 60 %.

Работы, которые подразумевает монтаж вентиляции, СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы» оговаривает вплоть до мелочей. Сегодня этот документ остается практически единственным, где регламентируются допустимые нормы параметров транспортируемой среды, оговариваются правила монтажа и особенности выбора материала для воздуховодов.

Чтобы произвести монтаж промышленной системы вентиляции, необходимо также руководствоваться ГОСТами. Эти документы позволят получить конкретную информацию обо всех параметрах: плотность материала, максимально выдерживаемая температура нагрева, способ проката (для стали) и прочие.

Если требуется монтаж вентиляции производственного помещения, в котором активной средой являются различные газы, то для воздуховодов выбирается металлопласт, алюминий или углеродистая сталь с толщиной листа 1,5–2,0 мм со специальным покрытием. Благодаря таким условиям

обеспечивается высокая сопротивляемость разрушению воздуховода. Дополнительной отличительной особенностью именно промышленных вентиляционных систем является необходимость прокладки как можно большей площади воздуховодов по прямой линии.

Общее количество прямых вентиляционных каналов должно составлять не менее 70 %, оставшиеся проценты приходятся на разветвители, углы, переходники. Таким образом, достигается высокая производительность воздуховода благодаря большей тяге. Известно, что протяжённость каналов напрямую зависит от их длины.

#### 4.6. Испытательные работы

Как правило, в производстве используются принудительные типы вентиляционных систем, при этом выполняется установка и монтаж вентиляции. Целью данных работ является корректная и бесперебойная работа вентиляционного оборудования. Именно поэтому по завершении всех действий по установке и прокладке воздушных каналов необходимо выполнить проверку системы на эффективность. Для этой цели проводится контроль основных показателей, среди которых:

- утечки на различных участках воздуховодов;
- возможные засоры, чаще всего образующиеся в угловых частях вентиляционных каналов;
- тяга стояков магистральных участков.

Такие аэродинамические испытания выполняются посредством обеспечения максимально допустимой нагрузки с целью выявления слабых мест вентиляционной системы, а также для проверки ее соответствия установленным СНиПам нормам.

#### 4.7. Общие положения по разработке технологических карт

Все технологические карты разрабатываются по рабочим чертежам проекта и регламентируют средства технологического обеспечения, правила выполнения технологических процессов при возведении, реконструкции зданий и сооружений, при устройстве инженерных сетей.

Для привязки или при разработке технологических карт в качестве исходных данных необходимы следующие документы:

- рабочие чертежи системы вентиляции;
- архитектурно-строительные чертежи и поэтажные планы зданий;
- строительные нормы и правила (СНиП, ВСН, СП);
- инструкции, стандарты, заводские инструкции и технические условия (ТУ) на основные используемые материалы (провода, кабели, вент. короба, воздуховоды, арматура и др.);

– единые нормы и расценки на установку вентиляции в помещениях (ЕНиР, ГЭСН-2001);

– производственные нормы расхода материалов (НПРМ);

– прогрессивные нормы и расценки, карты организации труда и трудовых процессов, применяемые при монтаже систем вентиляции зданий и сооружений.

Нормативной базой для разработки технологических карт по вентиляции являются: СНиП, СН, СП, ГЭСН-2001 ЕНиР, производственные нормы расхода материалов, прогрессивные местные нормы и расценки, нормы затрат труда, нормы расхода материально-технических ресурсов.

В состав работ, последовательно выполняемых при монтаже приточной системы вентиляции, входят:

– сбор изготовленных деталей вентиляции;

– монтаж вентиляционной системы по проектной схеме;

– пусконаладочные работы вентиляционной системы.

Вентиляция – регулируемый воздухообмен в помещениях – служит главным образом для создания условий воздушной среды, благоприятных для здоровья человека, отвечающих требованиям технологического процесса, сохранения оборудования и строительных конструкций здания, хранения материалов и продуктов.

Человек в зависимости от рода деятельности (энергетических затрат) выделяет в окружающий воздух тепло (100 ккал/час и больше), водяные пары (40–70 г/час) и углекислоту (23–45 л/час); производственные процессы могут сопровождаться неизмеримо большими выделениями тепла, водяных паров, вредных паров, газов и пыли. В результате этого воздух в помещении утрачивает гигиенические качества, благоприятные для самочувствия, здоровья и работоспособности человека.

Гигиенические требования к вентиляции сводятся к поддержанию определенных метеорологических условий воздуха (температура, влажность и подвижность) и его чистоты. Сущность вентиляции заключается в следующем: приточный воздух перемешивается с воздухом помещения и в результате происходящего при этом теплообмена или массообмена в помещении создаются заданные параметры воздуха.

#### 4.8. Организация и технология выполнения работ

В соответствии со СНиП 3.01.01-85\* «Организация строительного производства» до начала выполнения строительно-монтажных (в том числе подготовительных) работ на объекте Генподрядчик обязан получить в установленном порядке разрешение от Заказчика на выполнение монтажных работ. Основанием для начала работ может служить Акт

освидетельствования скрытых работ по подготовке помещений к монтажу вентиляции.

Монтаж систем вентиляции осуществляют в соответствии с требованиями СНиПа, Рабочего проекта, Проекта производства работ и инструкций заводов-изготовителей оборудования. Замена предусмотренных проектом материалов и оборудования допускается только по согласованию с проектной организацией и заказчиком.

Требования к монтажу систем вентиляции сводятся к тому, чтобы были обеспечены проектные параметры воздушной среды в вентилируемых помещениях. Это достигается максимальной герметизацией систем воздухопроводов и оборудования, необходимой звукоизоляцией, надлежащими условиями для эксплуатации, ремонта и замены оборудования. Сокращение сроков выполнения монтажно-сборочных работ при сохранении их высокого качества достигается при высокой индустриализации работ, заключающейся в использовании стандартных секций вентиляционных камер, блоков и узлов воздухопроводов (фасонных частей – диффузор, конфузор, колена, тройники, крестовины; регулирующих устройств – клапаны, шиберы, дроссельные устройства; креплений; подвесок; скоб; кронштейнов; фланцев) заводского изготовления или выполненных в мастерских соответствующим механическим оборудованием. На месте, как правило, только собирают изготовленные детали, применяя механизмы для перемещения заготовок и вентиляционного оборудования.

До начала монтажа вентиляционных систем должны быть полностью закончены и приняты заказчиком следующие работы:

- монтаж междуэтажных перекрытий, стен и перегородок;
- устройство фундаментов или площадок для установки вентиляторов, кондиционеров и другого вентиляционного оборудования;
- строительные конструкции вентиляционных камер приточных систем;
- гидроизоляционные работы в местах установки кондиционеров, приточных вентиляционных камер, мокрых фильтров;
- устройство полов (или соответствующей подготовки) в местах установки вентиляторов на пружинных виброизоляторах, а также «плавающие» основания для установки вентиляционного оборудования;
- устройство опор для установки крышных вентиляторов, выхлопных шахт и дефлекторов на покрытиях зданий;
- подготовка отверстий в стенах, перегородках, перекрытиях и покрытиях, необходимых для прокладки воздухопроводов;
- устройство фундаментов, оснований и площадок для установки вентиляционного оборудования;

– нанесение на внутренних и наружных стенах всех помещений вспомогательных отметок, равных проектным отметкам чистого пола плюс 500 мм;

– оштукатуривание (или облицовка) поверхностей стен и ниш в местах прокладки воздуховодов;

– подготовка монтажных проемов в стенах и перекрытиях для подачи крупногабаритного оборудования и воздуховодов и монтаж кран-балки в вентиляционных камерах;

– установка в соответствии с рабочей документацией закладных деталей в строительных конструкциях для крепления оборудования и воздуховодов;

– обеспечение возможности включения электроинструментов, а также электросварочных аппаратов на расстоянии не более 50 м один от другого;

– остекление оконных проемов в наружных ограждениях, утепление входов и отверстий;

– выполнение мероприятий, обеспечивающих безопасное производство монтажных работ.

Приемка объекта под монтаж должна производиться работниками монтажной организации по акту.

При приемке объекта под монтаж должны проверяться: соблюдение всех требований СНиПа и действующих технических условий; наличие и правильное оформление актов на скрытые работы; геометрические размеры и привязки к строительным конструкциям фундаментов под вентиляционное оборудование и кондиционеры, опорных конструкций на кровле здания для установки крышных вентиляторов и дефлекторов, отверстий для прохода воздуховодов, монтажных проемов; правильность установки закладных деталей; устройство ограждений проемов, настилов и навесов.

Погрузка заготовок на автотранспортные средства на заготовительных предприятиях должна производиться силами предприятия, разгрузка на объекте – силами монтажного участка.

При перевозках воздуховодов в зависимости от их вида и габаритов следует предусматривать:

для воздуховодов небольших сечений – контейнеризацию или пакетирование;

для воздуховодов больших сечений – телескопическую укладку;

для полуфабрикатов – специальную упаковку.

Погрузочно-разгрузочные и такелажные работы на объектах рекомендуется производить с максимальным использованием средств механизации с помощью рабочих, входящих в состав бригад монтажников.

К работам по подъему и перемещению грузов допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие специальное обучение по программе такелажников и получившие соответствующее удостоверение.

В качестве механизированных грузоподъемных средств на объектах следует использовать лебедки, автопогрузчики, автокраны, стреловые краны на пневмоколесном и гусеничном ходу, башенные и козловые краны.

Строповку воздухопроводов и вентиляционного оборудования рекомендуется производить инвентарными грузозахватными средствами. Стропы следует выбирать в зависимости от вида, массы поднимаемого груза и способа строповки. Наиболее распространенные стропы приведены на рис. 4.4.

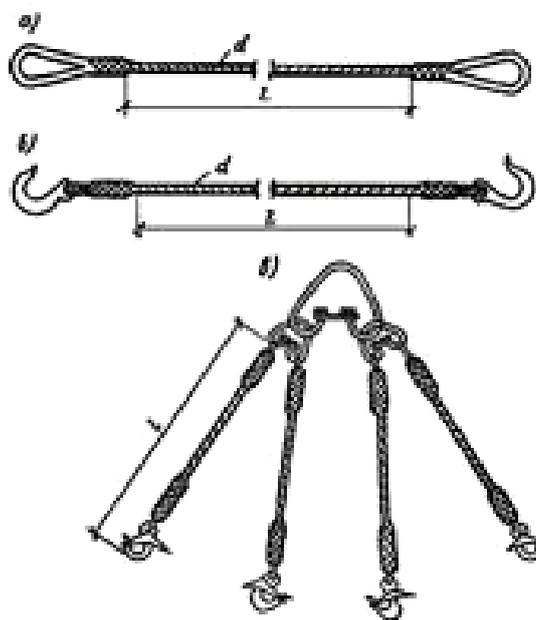
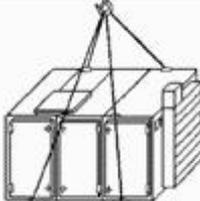
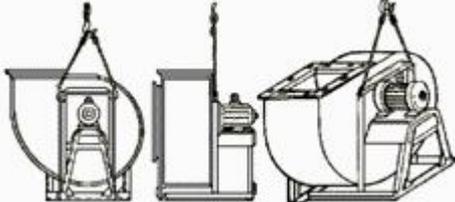
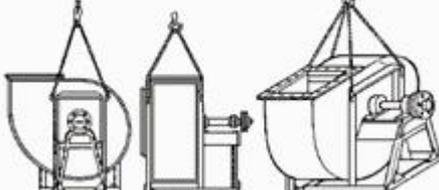
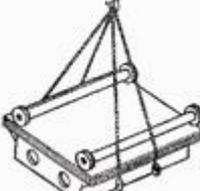
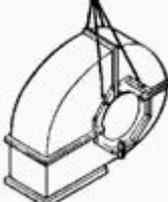


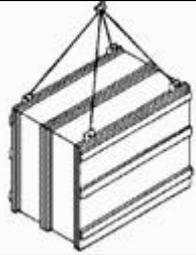
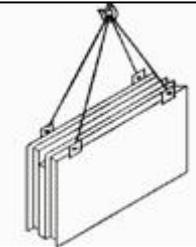
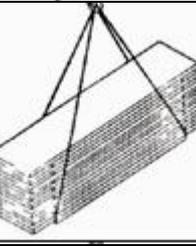
Рис. 4.4. Стропы:  
а – облегченный строп с петлями; б – облегченный строп с крюками;  
в – четырехветвевой строп

Поднимаемый груз следует удерживать от вращения оттяжками из пеньковых канатов диаметром 20–25 мм или оттяжками из стальных канатов диаметром 8–12 мм. Для горизонтальных элементов вентсистем (укрупненные узлы воздухопроводов) следует применять две оттяжки, для вертикальных (секции кондиционеров, крышные вентиляторы, воздухопроводы и др.) – одну. Наиболее распространенные методы строповки приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

## Методы строповки

№ п/п	Наименование	Вид
1	2	3
1	Строповка ВПА-40	
2	Строповка автономного кондиционера КТР-1-2,0-0,46	
3	Строповка вентиляторов Ц4-70 № 6-8 исполнения N 1	
4	Строповка вентиляторов Ц4-70 № 10, 12,5	
5	Строповка нижней части кожуха вентиляторов Ц4-76 № 16, 20	
6	Строповка упаковки камеры орошения ОКФ	
7	Строповка упаковки колеса и направляющего аппарата в кожухе	

1	2	3
8	Строповка упаковки фильтра воздушного ФР-3	
9	Строповка упаковки клапана	
10	Строповка упаковки камер КО и ВК	
11	Строповка воздуховода	
12	Строповка укрупненного узла, поднимаемого в вертикальном положении	

Способ монтажа воздухопроводов следует выбирать в зависимости от их положения (горизонтальное, вертикальное), размещения относительно конструкций (внутри или снаружи здания, у стены, у колонн, в межферменном пространстве, в шахте, на кровле здания) и характера здания (одно- или многоэтажное, промышленное, общественное и т.п.).

В качестве фасонных частей сложной геометрической формы, а также для присоединения вентиляционного оборудования, воздухораспределителей, шумоглушителей и других устройств, расположенных в подшивных потолках, камерах и т.п., следует применять гибкие воздухопроводы из стеклоткани СПЛ, металлотканевые, алюминиевой фольги и др. Приме-

нение гибких воздухопроводов в качестве прямых звеньев не допускается. В целях снижения аэродинамического сопротивления детали из гибких рукавов в смонтированном положении должны иметь минимальную степень сжатия.

Монтаж металлических воздухопроводов должен производиться, как правило, укрупненными блоками в следующей последовательности: разметка мест установки средств крепления воздухопроводов; установка средств крепления; согласование со строителями мест расположения и способов крепления грузоподъемных средств; установка грузоподъемных средств; доставка к месту монтажа деталей воздухопроводов; проверка комплектности и качества доставленных деталей воздухопроводов; сборка деталей воздухопроводов в укрупненные блоки; установка блока в проектное положение и закрепление его; установка заглушек на верхних торцах вертикальных воздухопроводов, расположенных на высоте до 1,5 м от пола.

Длина блока определяется размерами сечения и типом соединения воздухопроводов, условиями монтажа и наличием грузоподъемных средств. Длина укрупненных блоков горизонтальных воздухопроводов, соединяемых на фланцах, не должна превышать 20 м.

Схемы организации рабочей зоны при монтаже воздухопроводов даны на рис. 4.5-4.8.

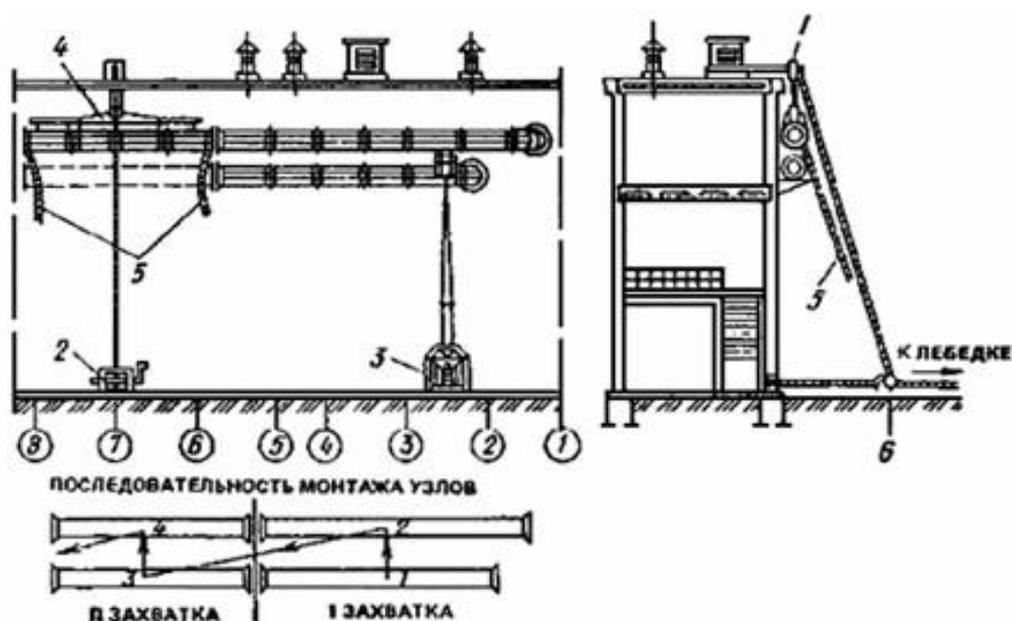


Рис. 4.5. Схема организации рабочей зоны при монтаже воздухопроводов по наружной стене здания:  
1 – консоль с блоком; 2 – лебедка; 3 – автогидроподъемник; 4 – траверса; 5 – оттяжка; 6 – блок

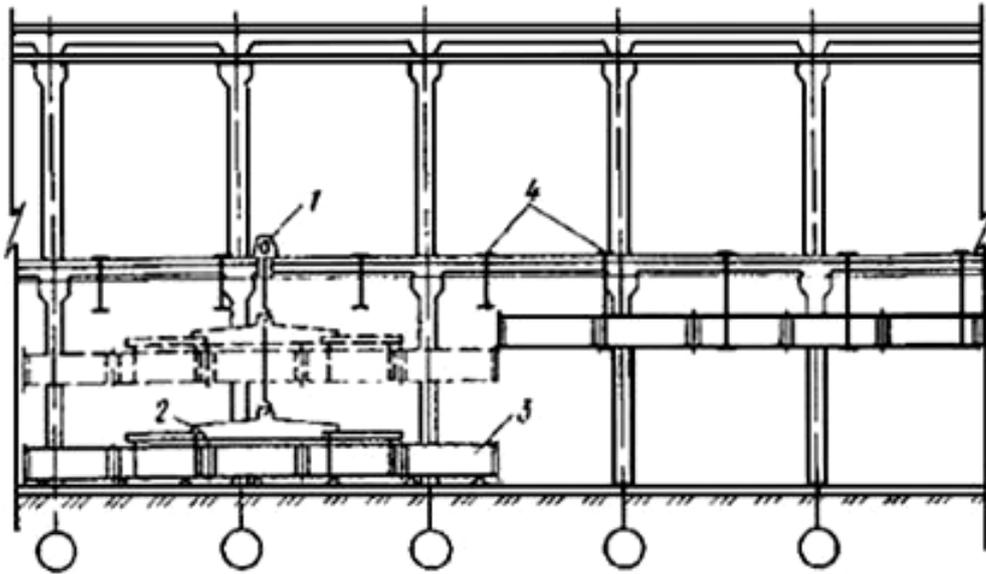


Рис. 4.6. Схема организации рабочей зоны при монтаже горизонтальных воздуховодов в здании:  
1 – лебедка; 2 – траверса; 3 – укрупненный узел воздуховода; 4 – подвески

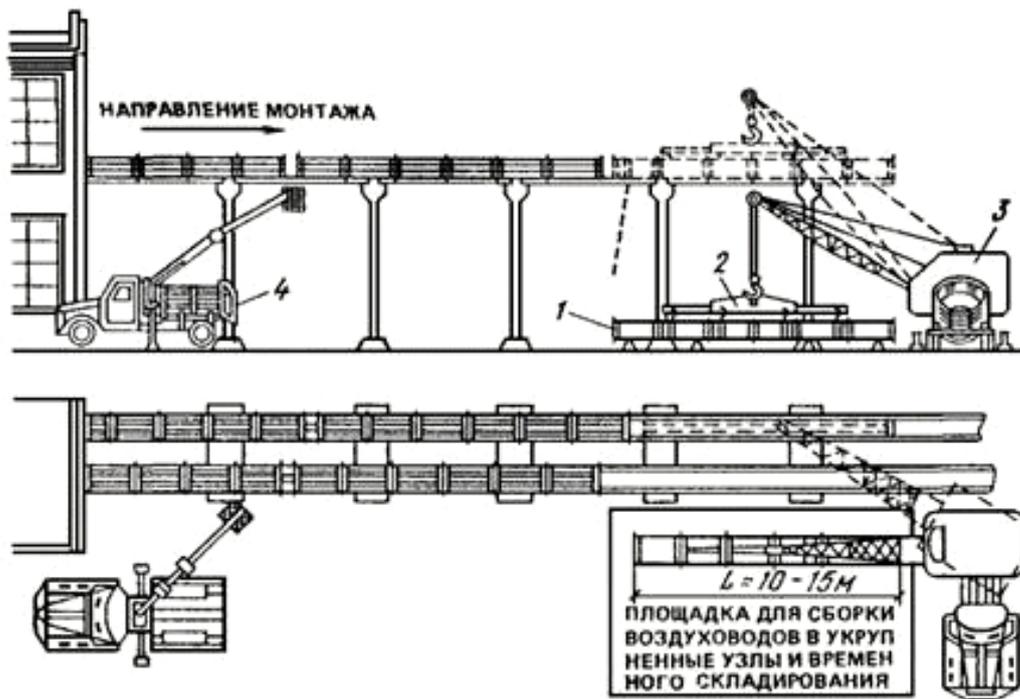


Рис. 4.7. Схема организации рабочей зоны при монтаже горизонтальных воздуховодов на эстакаде:  
1 – укрупненный узел воздуховода; 2 – траверса; 3 – автокран;  
4 – автогидроподъемник

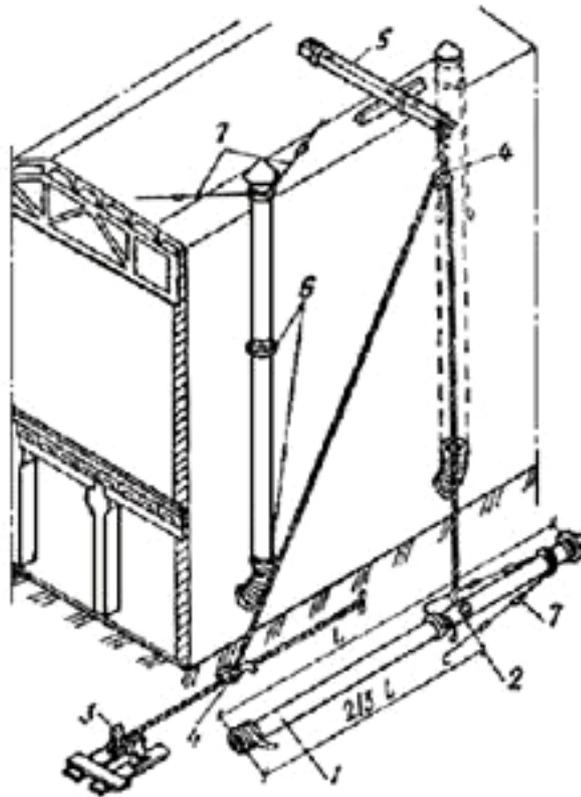


Рис. 4.8. Схема организации рабочей зоны при монтаже вертикальных воздуховодов по наружной стене здания:  
 1 – укрупненный узел воздуховода; 2 – полуавтоматический строп; 3 – лебедка; 4 – блок; 5 – консоль; 6 – кронштейны; 7 – растяжка

В процессе монтажа воздуховодов должен осуществляться пооперационный контроль в соответствии с Картой операционного контроля.

После окончания работ по монтажу систем вентиляции и кондиционирования воздуха производятся предпусковые индивидуальные и комплексные испытания, которые следует выполнять в соответствии с требованиями СНиП 3.05.01-85 и СНиП 3.05.05-84. Участие представителей вентиляционной, электромонтажной организаций и заказчика в индивидуальных испытаниях является обязательным и оформляется соответствующими записями в «Журнале заявок на прокрутку электропривода совместно с механизмом». Индивидуальные испытания вентиляционного оборудования на холостом режиме проводятся монтажной организацией под руководством выделенного для этой цели инженерно-технического работника. Для проведения индивидуальных испытаний вентиляционного оборудования заказчик назначает ответственное лицо, уполномоченное отдавать распоряжения на подачу и снятие напряжения с электроустановок. Пуск электродвигателей при испытании систем вентиляции и кондиционирования воздуха осуществляется представителем

электромонтажной организации. Комплексное опробование оборудования производится заказчиком с участием представителей проектных и подрядных строительных организаций. Монтажные специализированные организации совместно с эксплуатационным персоналом обеспечивают круглосуточное дежурство для наблюдения за работой и правильной эксплуатацией оборудования. Индивидуальные испытания систем вентиляции и кондиционирования воздуха допускаются лишь после полной сборки и установки вентиляционного оборудования, монтажа ограждений движущихся частей, проверки состояния электропроводки, заземления и правильности подключения электропитания. Перед началом комплексного испытания и регулировки системы вентиляции и кондиционирования воздуха необходимо убедиться в отсутствии людей в кондиционерах и приточных камерах, а также удалить все посторонние предметы и инструменты из воздуховодов, фильтров, циклонов. Если при производстве предпусковых испытаний систем вентиляции и кондиционирования воздуха обнаружены посторонние шумы или вибрация оборудования, превышающая допустимую, следует немедленно прекратить испытания. После отключения от электропитания вентиляционного оборудования нельзя влезать и входить внутрь воздуховодов, бункеров и укрытий до полной остановки оборудования. После окончания предпусковых испытаний и регулировки, а также во время перерывов (окончание работ, обед) вентиляционное оборудование должно быть отключено от электропитания.

#### 4.9. Требования к качеству и приемке работ

На всех этапах работ необходимо выполнять производственный контроль качества строительно-монтажных работ, который включает в себя входной контроль рабочей документации, конструкций, изделий, материалов и оборудования, операционный контроль отдельных строительных процессов или производственных операций и приемочный контроль промежуточных и окончательных циклов работ. Состав контролируемых показателей, объем и методы контроля должны соответствовать требованиям СНиПа.

Контроль качества строительно-монтажных работ должен осуществляться специалистами или специальными службами, оснащенными техническими средствами, обеспечивающими необходимую достоверность и полноту контроля. При входном контроле рабочей документации должна производиться проверка ее комплектности и достаточности содержащейся в ней технической информации для производства работ. При входном контроле строительных конструкций, изделий, материалов

и оборудования следует проверять внешним осмотром их соответствие требованиям стандартов или других нормативных документов и рабочей документации, а также наличие и содержание паспортов, сертификатов и других сопроводительных документов. Результаты входного контроля фиксируются в Журнале учета результатов входного контроля по форме: ГОСТ 24297-87\*, прил. 1.

Операционный контроль осуществляется в ходе выполнения строительных процессов или производственных операций с целью обеспечения своевременного выявления дефектов и принятия мер по их устранению и предупреждению:

1. Качество производства работ обеспечивается выполнением требований технических условий на производство работ, соблюдением необходимой технической последовательности при выполнении взаимосвязанных работ, техническим контролем за ходом работ.

2. При операционном контроле следует проверять соблюдение заданной в проектах производства работ технологии выполнения строительно-монтажных процессов; соответствие выполняемых работ рабочим чертежам, строительным нормам и правилам.

3. Особое внимание следует обращать на выполнение специальных мероприятий при строительстве на просадочных грунтах, в районах с оползнями и карстовыми явлениями, вечной мерзлоты, а также при строительстве сложных и уникальных объектов.

4. Контроль и оценку качества работ при монтаже системы вентиляции выполняют в соответствии с требованиями нормативных документов.

#### **4.10. Расчет показателей по разработке проекта производства работ по монтажу отдельных систем вентиляции**

Цель расчета основных показателей – систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний в области организации и планирования монтажа систем вентиляции промышленных и гражданских зданий, а также практического применения их.

Расчеты содержат основные элементы проекта производства работ (ППР) по монтажу системы вентиляции, раскрывают вопросы выбора способов производства работ, методов организации производства, разработки и оптимизации календарного графика выполнения работ, монтажного плана и другие.

#### 4.10.1. Структура основных расчетов по монтажу системы вентиляции

##### 1. Состав пояснительной записки

##### 1.1. Задание на расчет показателей по монтажу систем вентиляции.

Исходные данные.

##### 1.2. Введение.

1.3. Разработка проекта производства работ по монтажу отдельных систем вентиляции промышленных и гражданских зданий:

- а) организация подготовки монтажа;
- б) определение объемов выполняемых работ;
- в) проектирование строительного генерального плана (монтажного плана);
- г) выбор методов производства работ;
- д) определение трудоемкости работ;
- е) календарное планирование производства работ;
- ж) определение сметной стоимости работ;
- з) техника безопасности и противопожарные мероприятия;
- и) расчет технико-экономических показателей ППР.

1.4. Разработка сводного календарного плана монтажа вентсистем на комплекс объектов специализированной строительной-монтажной организации:

- а) уточнение исходных данных на программу работ по объемам СМР и трудозатратам;
- б) формирование частных звеньев (бригад) по специализации выполняемых работ, их количественному составу для монтажа вентсистем поточным методом;
- в) разработка проекта сводного календарного плана работ (линейного графика движения бригад и циклограммы потока);
- г) корректировка проекта сводного календарного плана работ с учетом принятых ограничений;
- д) сравнительный анализ основных технико-экономических показателей сводного календарного плана и его окончательного варианта.

##### 2. Графическая часть работы.

##### 2.1. Календарный график монтажа (линейный, сетевой, циклограмма).

##### 2.2. График потребности в трудовых ресурсах.

##### 2.3. График работы основных машин и механизмов.

##### 2.4. График поставки оборудования и монтажных изделий.

2.5. Интегральный и дифференциальный графики освоения сметной стоимости СМР.

##### 2.6. Строительный генеральный план (монтажный план);

2.7. Элементы технологической карты на работу по монтажу системы вентиляции.

##### 2.8. Техничко-экономические показатели ППР.

**Примечание.** Структура разделов по основным расчетам является рекомендуемой и может уточняться преподавателем в задании.

В расчетно-пояснительную записку входят: титульный лист, задание на выполнение основных расчетов, оглавление, перечень используемой литературы; объем должен составлять не менее 20–25 страниц. Графическая часть оформляется на листах ватмана и содержит: первый лист – календарный график монтажа и соответствующие ему графики, технико-экономические показатели (ТЭП); второй лист – монтажный план, элементы технологической карты по основным монтажным работам, аксонометрическую схему монтируемой вентсистемы.

#### **4.10.2. Исходные данные для выполнения основных расчетов**

Варианты исходных данных для выполнения работы представлены в табл. 4.2 и определяют индивидуальные исходные данные монтируемой вентиляционной системы и соответствующие аксонометрические схемы монтируемых приточных и вытяжных систем, представленных в прил. 6).

#### **4.10.3. Рекомендации по выполнению основных частей проекта производства работ по монтажу отдельных систем вентиляции**

##### **Организация подготовки производства к монтажным работам**

В этом разделе следует отразить структуру и содержание подготовки строительного производства к выполнению строительно-монтажных работ на объекте, а именно: заключение договоров субподряда; организация поставки на строительство оборудования, конструкций, материалов и готовых изделий; определение порядка приемки субподрядчиками объекта под монтаж у генподрядных строительных организаций; разработка схем подготовки объекта под монтаж, а также другие вопросы, которые уточняются руководителем курсовой работы. В обязательном порядке в этом разделе под принятые аксонометрические схемы вентиляционной системы проектируются архитектурно-планировочные решения зданий и сооружений, где эти системы монтируются. Результатом такого проектирования должен быть план здания, его разрезы с указанием основных размеров, отметок и делением объекта на технологические захватки.

Таблица 4.2

## Исходные данные

№ п/п	Исходные данные	Номер варианта																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	Номер приточной системы	5	3	2	4	1	4	2	5	6	1	2	4	6	5	3	4	2	6	1	5
2	Количество приточных систем	4	4	5	3	4	2	3	3	4	3	4	4	5	4	2	5	3	3	4	2
3	Район строительства	1	4	12	7	5	3	6	2	8	10	9	11	10	7	6	2	1	7	11	8
4	Диаметр воздуховода, мм	500	630	900	630	900	900	630	500	900	630	900	500	900	630	500	900	900	630	900	900
5	Номер вентилятора Ц4-70	5А	4А	5А	6,3А	10А	10А	6,3А	5А	5А	10А	10А	6,3А	5А	4А	10А	6,3А	5А	4А	10А	6,3А
6	Тип калорифера	КФБ 12А	КП-СК	КСК	КВБ	КСК	КВБ	КП-СК	КВБ	КСК	КВБ	КП-СК	КВБ	КП-СК	КСК	КВБ	КП-СК	КСК	КВБ	КП-СК	КСК
7	Номер вытяжной системы	1	6	5	3	2	4	3	4	6	5	3	4	1	2	4	3	6	5	4	4
8	Количество вытяжных систем	5	5	4	5	3	6	5	6	7	5	4	3	4	7	5	6	4	5	7	6
9	Диаметр воздуховода, мм	630	900	500	900	630	500	900	630	500	900	900	630	500	900	630	900	500	500	900	630
10	Номер вентилятора Ц4-70	4	5-01	6,3-0,1	5-01	8-01	5-01	6,3-0,1	4	8-01	6,3-0,1	8-01	5-01	5-01	8-01	8-01	6,3-0,1	5-01	8-01	5-01	8-01
11	Количество циклонов ЦН-15	-	1	2	-	2	-	-	-	2	1	-	-	-	1	-	-	1	2	-	-
12	Тип жалюзийных решеток	РР-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	РР-3	-	-	-	-	-	-	-
13	Директивный срок сокращения времени монтажа всех систем (в % от первоначальной продолжительности)	15	20	15	16	17	20	15	17	19	17	15	15	20	19	19	18	15	16	17	17
14	Состав бригады, чел	4	6	5	5	4	6	6	6	4	5	4	6	5	6	6	4	5	5	4	6

## Определение объемов выполненных работ

Объем работ определяют в соответствии с вариантом задания и оформляют в виде ведомости объемов работ (табл. 4.3)

Т а б л и ц а 4.3

Ведомость объемов работ

№ п/п	Наименование работ	Объем работ		Фор- мула под- счета	Объем работ по захваткам			Приме- чания
		ед.изм.	кол-во		I	II	и т.д.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Единицы измерения объемов работ должны соответствовать единицам измерения, приводимыми в СНиП, ГЭСН для подсчета трудоемкости работ или в ГЭСН для подсчета трудоемкости работ или в ТЕР для определения сметной стоимости. Основной для составления ведомости объемов работ по монтажу систем вентиляции является вариант задания, аксонометрическая схема систем и ее конструктивные характеристики.

Объем работ по воздуховодам определяется в квадратных метрах через развернутую площадь поверхности, в частности для воздуховодов круглого сечения

$$S = \pi D \cdot L,$$

где  $D$  – диаметр воздуховода, м;

$L$  – длина воздуховода, м.

Структура работ в ведомости в обязательном порядке должна учитывать принятую технологию строительного-монтажных работ: виды и количество грузоподъемных механизмов, их монтаж, демонтаж в соответствии со схемой перемещения по захваткам; доставку и разгрузку оборудования; складирование, комплектование материалов, их перемещение к местам установки и пр. Ниже приведена примерная структура работ, рекомендуемая для включения в ведомость объемов работ.

1. Доставка оборудования, воздуховодов на объект и их разгрузка.
2. Устройство складских площадок.
3. Комплектование и подноска материалов к месту монтажа:
  - а) переноска материалов (грузов);
  - б) перевозка материалов (грузов) ручными тележками.
4. Установка, снятие и перемещение лебедок при монтаже оборудования.
5. Установка, снятие и перемещение лебедок при монтаже воздуховодов.
6. Установка и перемещение лесов, подмостей.
7. Разметка и установка средств крепления воздуховодов.
8. Сборка деталей вентсистем в укрепительные блоки.
9. Подъем укрупнительных блоков на проектную отметку.
10. Установка воздушных заслонок.

11. Установка шибберов.
12. Установка воздухораспределителей.
13. Установка местных отсосов.
14. Установка дефлекторов, выхлопных патрубков, зонтов.
15. Установка жалюзийных решеток.
16. Установка брезентовых патрубков.
17. Устройство ограждений ременной передачи.
18. Установка подставок, виброизоляторов под вентиляторное оборудование.
19. Установка вентиляторов, калориферов, фильтров.
20. Пуск и регулировка системы.

### Разработка монтажной схемы системы вентиляции

**Монтажная схема** вычерчивается на основе аксонометрической схемы рабочего чертежа, разработанного проектной организацией до начала монтажного проектирования, т.е. она имеется в качестве исходных данных. Аксонометрическая монтажная схема может быть по конфигурации копией схемы рабочего чертежа, либо ее изображают произвольно на отдельном листе без соблюдения масштаба. На эту схему наносят отметки уровней вентилятора, перекрытий, подъемов, опусков воздухопроводов, а также длины горизонтальных прямолинейных участков и все диаметры и сечения воздухопроводов.

Схему делят на части (детали). Сначала выделяют стандартные, типовые и унифицированные детали системы, размеры которых известны. Затем разрабатывают эскизы нетиповых (неунифицированных) деталей в аксонометрической проекции, определяют размеры, необходимые для их изготовления. Находят суммарные длины прямых участков сети между стандартными, типовыми, фасонными деталями и другими элементами. Прямолинейные суммарные участки воздухопроводов разбивают на индивидуальные участки (детали). При этом один из индивидуальных участков каждой прямой линии воздухопроводов может отличаться от рекомендованной длины. Его называют **подмер**. Длина подмера обычно уточняется по месту, а поэтому целесообразно при фланцевом соединении один фланец делать свободным для перемещения вдоль оси воздухопровода. Участкам присваиваются номера, их обозначают цифрами в кружочках. На каждую систему составляется *одна или несколько комплектовочных ведомостей*. Количество ведомостей и их форма зависят от требований предприятий, выполняющих заказ на изготовление деталей. Так, например, в комплектовочной ведомости системы вентиляции могут быть приведены следующие данные: номера деталей, их наименования, размеры деталей (диаметр для воздухопроводов круглого сечения; размеры сторон воздухопроводов прямоугольного сечения; длины), количество (штук, кг одной штуки и масса всех штук), толщина металла. Сами детали перечисляются в ведомости не в той

последовательности, в которой они расположены в системе по ходу воздуха, а по группировкам однотипности:

- прямые участки;
- прямые участки с врезками;
- прямые участки с решетками, сетками и т.д.

Пример комплектовочной ведомости на разрабатываемую систему вентиляции приведен в табл. 4.4.

Т а б л и ц а 4.4

Комплектовочная ведомость системы вентиляции

№ детали	Наименование детали	Диаметр, мм	Длина	Количество, шт.	Поверхность, м <sup>2</sup>		Примечание
					Единицы	Общая	
1	Прямой участок	125	4000	1	0,064	0,064	
2	Отвод под 90°	125	-	5	0,003	0,0152	
3	Прямой участок	125	3800	2	0,06	0,12	
4	Прямой участок	125	200	1	0,003	0,003	
5	Тройник	125	-	6	0,004	0,025	
6	Прямой участок	125	3000	1	0,048	0,048	
7	Прямой участок	125	2600	1	0,041	0,041	
8	Прямой участок	125	12000	1	0,192	0,192	
9	Прямой участок	125	5200	2	0,083	0,166	
10	Прямой участок	125	4400	1	0,07	0,07	
11	Прямой участок	125	6200	1	0,0992	0,0992	
12	Прямой участок	125	7750	1	0,124	0,124	
13	Прямой участок	125	1800	1	0,0288	0,0288	
14	Прямой участок	125	17400	1	0,278	0,278	
15	Прямой участок	125	4200	1	0,067	0,067	
16	Прямой участок	125	2400	1	0,0384	0,0384	
17	Прямой участок	125	2800	1	0,0448	0,0448	
Всего: =1,427							

Монтажный план разрабатывается для иллюстрации схемы монтажа систем вентиляции. Основой для построения монтажного плана являются план и разрезы здания, где монтируется вентсистема, соответствующая аксонометрическая схема, а также принятые методы производства работ. На монтажном плане отражаются:

- а) деление фронта работ на захватки;
- б) последовательность перехода звеньев с захватки на захватку;
- в) расстояние грузоподъемных средств, механизмов и приспособлений, направление их перемещения по захваткам;
- г) расстановка инвентарных подмостей, лесов, монтажных вышек и т.п. (при монтаже систем на высоте) и их перемещение по захваткам;

д) расположение площадок складирования снаружи здания, кранов, монтажных приемов и выносных для подачи узлов заготовок и оборудования в здание;

е) расположение площадок укрупнительной сборки, места складирования монтажных элементов перед их установкой, габариты укрупненных монтажных блоков;

ж) разрезы и схемы, иллюстрирующие технологию монтажа основных элементов вентсистем.

### Выбор методов производства работ

Выбор методов производства работ осуществляется с учетом требований технологии строительного производства систем ТГВ. Порядок выполнения монтажных работ зависит от объема и способа производства общестроительных работ, с которыми они взаимоувязаны. Монтаж вентиляционных систем необходимо выполнять либо одновременно с общестроительными работами, либо в такой последовательности, при которой исключается переделка уже выполненных работ.

Монтаж вентиляционных систем на крупных объектах начинают, как правило, с монтажа воздуховодов, иногда параллельно с монтажом вентиляционного оборудования. На небольших объектах монтажа вентсистем целесообразно начинать с монтажа вентиляционного оборудования. Порядок и способ производства монтажных работ систем вентиляционных устройств представлен на рис. 4.9.

Принятые методы производства работ в курсовой работе должны соответствовать как технологии монтажа, так и проектируемым методам организации работ (последовательный, параллельный, поточный или комбинированный). При проектировании методов производства работ также требуется подобрать необходимые виды монтажных приспособлений, механизмов и инструментов в соответствии с областями их использования.

### Определение трудоемкости работ

Трудоемкость монтажных работ определяется студентами при составлении ведомости требуемых ресурсов по форме, приведенной в табл. 4.5, на основании ведомости объемов работ. По каждой позиции ведомости указывается шифр нормативного источника, наименование работ, трудоемкость на единицу измерения и на полный объем работ, количество маш.-см., потребность в рабочих по профессиям, разрядам, определяемая по ЕНиР.

При составлении калькуляции учитываются в необходимых случаях поправочные коэффициенты, предусмотренные общей частью, вводными или техническими частями сборников ГЭСН, примечаниями к параграфам норм.

Для определения трудоемкости работ в чел.-дн. необходимо трудозатраты в чел.-часах разделить на 8,2.

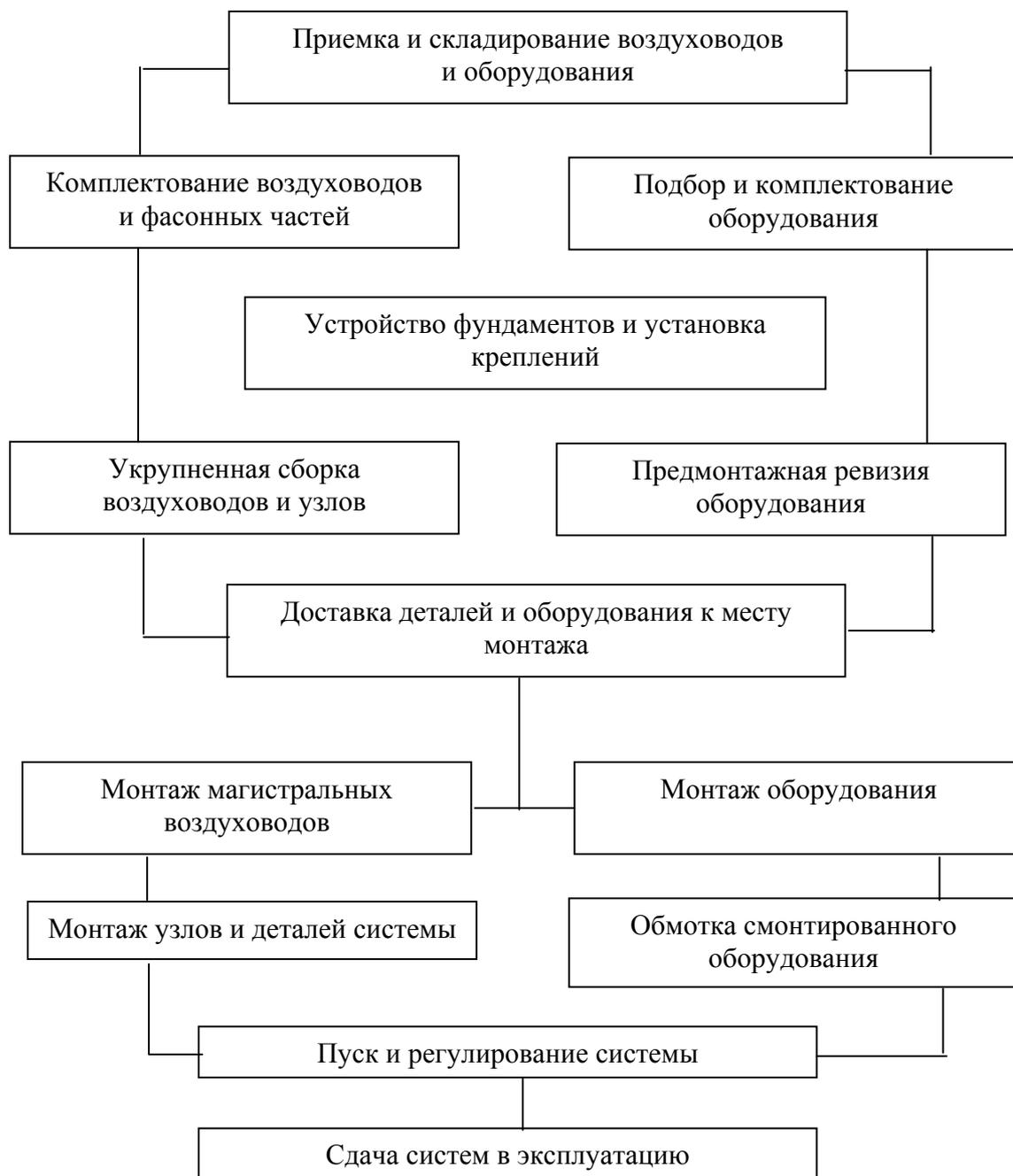


Рис. 4.9. Схема технологической последовательности монтажа вентиляционных устройств

Таблица 4.5

## Ведомость требуемых ресурсов

№ п/п	Шифр, обозначение	Наименование работ	Объем работ		Трудоемкость, чел.-ч.		Потребность в механизмах			Профессиональный состав бригады		
			единица измерения	количество	на единицу, чел.-ч	на весь объем, чел.-ч	наименование	количество маш.-смен	количество механизмов	профессия	разряд	количество, чел.
1	2	3	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

## 4.10.4 Календарное планирование производства работ

График монтажа на каждую вентсистему проектируется в виде календарного плана в форме линейного, сетевого графика или циклограммы (что уточняется преподавателем в задании).

В процессе календарного планирования устанавливается строгая технологическая последовательность выполнения отдельных комплексов работ, определяется взаимосвязка между работами, продолжительность монтажа процессов, так и общая продолжительность монтажа вентсистемы.

Календарное планирование производства работ рекомендуется выполнять после определения объемов выполняемых монтажных работ, проектирования монтажного плана, выбора методов производства работ и определения трудоемкости работ.

На первоначальном этапе составления календарного плана формируются комплексные процессы путем объединения нескольких смежных процессов в один комплекс работ, выполняемый одним исполнителем (звеном, бригадой). Примерный вариант объединения смежных процессов приведен в табл. 4.6. Технологическую взаимосвязку комплексов работ необходимо производить в пределах заданного директивного срока строительства.

По своей форме календарный план производства работ по объекту состоит из двух основных частей: левой расчетной в виде таблицы и правой графической. Расчетная часть календарного плана представлена в табл. 4.5 (ведомость требуемых ресурсов). Графическая часть представлена в виде линейного графика. Работы изображаются в виде горизонтальных линий, построенных в масштабе времени. Причем работы, выполняемые в одну смену, изображаются одной линией, а в две – двумя параллельными

линиями. Над линиями работ линейного графика указана слева – сметная стоимость в день, руб., а справа продолжительность работы, дн.; под каждой работой – количество рабочих в смену.

Т а б л и ц а 4.6

Примерные комплексы работ по монтажу системы вентиляции

Номер комплекса работ	Наименование комплекса работ	Перечень процессов, входящих в комплекс работ
1	Подготовительные работы	а) доставка оборудования и воздуховодов на объект б) погрузочно-разгрузочные операции в) устройство складских площадок, подъездных путей, временных зданий г) комплектование и подноска материалов к месту монтажа
2	Монтаж вентиляционного оборудования	а) такелажные работы б) установка и перемещение грузоподъемных средств в) предмонтажная ревизия г) установка в проектное положение оборудования
3	Монтаж воздуховодов	а) установка такелажных приспособлений б) установка и перемещение грузоподъемных средств, лесов, подмостей в) установка средств крепления воздуховодов г) укрупнительная сборка деталей вентиляционных систем д) подъем укрупненных блоков на проектную отметку
4	Пусконаладочные работы	-

Продолжительность любой работы измеряется в днях, определяется по формуле

$$t_{\text{дн}} = \frac{T}{m \cdot K},$$

где  $T$  – нормативные затраты труда в чел.-ч или маш.-ч, определяются по нормативной литературе (государственным элементарным сметным нормам – ГЭСН);

$K$  – коэффициент выработки ( $1 \leq K \leq 1,3$ );

$m$  – количество рабочих в бригаде или механизмов,

$$m = p \cdot m_j;$$

здесь  $p$  – количество звеньев рабочих, выполняющих данную работу;

$m_j$  – количество рабочих в звене, состав которой устанавливается из рекомендаций единых норм и расценок.

Для оценки календарного плана по потреблению трудовых ресурсов строится график движения рабочей силы в виде суммирующей эпюры под графиком производства работ, где в каждый отрезок времени суммируется количество рабочих, указанное под линиями графиков работ. При этом календарный план оценивают по коэффициенту неравномерности движения рабочих.

$$K_p = \frac{N_{\max}}{N_{\text{ср}}},$$

где  $N_{\max}$  – максимальное число рабочих по графику, чел.;

$N_{\text{ср}}$  – среднее число рабочих, определяемое путем деления общей трудоемкости  $Q_{\text{общ}}$ , чел.-дн., на общий фактический срок строительства, дн.

Форма календарного плана представлена в таблице 6.

После построения календарного плана в виде линейного графика Ганта строятся еще три графика: график движения рабочей силы, дифференциальный и интегральный графики капитальных вложений.

Для построения графиков капитальных вложений необходимо определить сметную стоимость на выполнение определенных работ.

Сметная стоимость на строительно-монтажные работы определяется на основании укрупненных показателей или путем составления локальных смет. Форма локальной сметы представлена в табл. 4.8.

### Дифференциальный график капвложений

При выполнении строительно-монтажных работ важно не только равномерное использование трудп рабочих, но и рациональное нарастание осваиваемых капитальных вложений, которое достигается путем построения дифференциального графика на основе суммирования ежедневно осваиваемых денежных средств по всем работам при возведении объекта.

Денежные средства, осваиваемые в день по каждой работе, определяются путем деления общей стоимости работы  $C_i$  на ее продолжительность  $t_i$ , т.е.

$$K_i = \frac{C_i}{t_i}.$$

Т а б л и ц а 4.7

## Календарный план производства работ

№ п/п	Наименование комплексного монтажного процесса	Объем работ		Сметная стоимость, руб.	Трудоем кость, чел.-дн.	Машины и механизмы			Продол- жительность выполнения, дн.	К-во смен	Состав бригады	Состав звена			График выполнения работ, дн. (ч)			
		единица измерения	количество			наименование	количество	машино-смен				профессия	разряд	кол-во	1	2	и т.д.	

Таблица 4.8

## Локальная смета

на \_\_\_\_\_

наименование объекта

Сметная стоимость

руб.

Нормативная трудоемкость

чел.-ч

Сметная заработная плата

руб.

Составлена в ценах 2001 г.

№ п/п	Шифр и № позиции норматива	Наименование работ и затрат	Ед. изм.	Количество	Стоимость ед.		Общая стоимость, руб.			Затраты труда рабочих, чел.-ч., не занятых обслуживание м машин	
					всего	эксплуат. машин	всего	основной зарплаты	эксплу- атации машин	на еди- ницу	всего
					основной зарплаты	в т.ч. зарплаты					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Полные прямые затраты

Полные накладные расходы (в % от ФЗП (гр.9+гр. 10 знам.))

Полная сметная прибыль (в % от ФЗП (гр.9+гр. 10 знам.))

Итого по смете в ценах 2001 года

Всего по смете в текущих ценах

### Интегральный график капвложений

Интегральный график капвложений строится путем суммирования стоимости работ нарастающим итогом по отдельным периодам (месяцам, кварталам), т.е.

$$K_i = K_{i-1} + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n K_{ij},$$

где  $K_i$  – величина освоенных средств на конец  $i$ -го периода, руб.;

$K_{i-1}$  – капиталовложения, освоенные за предыдущий период (для первого периода  $K_{i-1} = 0$ );

$j = 0, 1, \dots, m$  – число дней в периоде;

$i = 0, 1, \dots, n$  – число выполняемых работ;

$K_{ij}$  – средства, затрачиваемые на выполнение  $i$ -й работы в  $j$ -й день.

После построения календарного плана и трех графиков (движения рабочей силы, интегрального и дифференциального) рассчитываются технико-экономические показатели.

#### 4.10.5. Указания по технике безопасности при монтаже систем промвентиляции

Для выполнения монтажных работ на объекте ППР должны быть приведены конкретные указания по производству работ, необходимые мероприятия, специфические для монтажа данной системы, а также приведены основные положения по технике безопасности.

#### 4.10.6. Расчет основных технико-экономических показателей календарного плана

Основные технико-экономические показатели представлены в табл. 4.9.

Т а б л и ц а 4.9

Технико-экономические показатели календарного плана

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Величина
1	2	3	
1	Сметная стоимость работ по монтажу ( $K_i$ )	тыс.руб.	
2	Трудоемкость монтажа вентсистемы а) ручные работы б) механизированные работы	чел.-дн. (чел.-ч) маш.-см.	
3	Общая продолжительность монтажа системы	дн.	
4	Площадь поверхности монтируемых воздухопроводов	м <sup>2</sup>	
5	Металлоемкость монтируемой системы	т	

Окончание табл. 4.9

1	2	3	
6	Средняя выработка на 1 чел.-день в рублях а) по всей системе б) по воздуховодам в) по вентиоборудованию	руб./чел.-дн.	
7	Стоимость одного квадратного метра поверхности воздуховода	руб./м <sup>2</sup>	
8	Удельная трудоемкость монтажа воздухопроводов	чел.-дн./м <sup>2</sup>	
9	Коэффициент неравномерности движения рабочей силы	-	
10	Средняя заработная плата рабочих	руб.	
11	Нормируемая и планируемая продолжительность монтажа системы	дн.	

## Рекомендуемая литература

1. СНиП 3.01.01-85\*. Организация строительного производства; СНиП 3.05.01-85. Внутренние санитарно-технические системы [Текст].
2. СНиП 3.05.05-84. Технологическое оборудование и технологические трубопроводы [Текст].
3. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования [Текст].
4. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство [Текст].
5. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция, кондиционирование [Текст].
6. СП 7.13130.2013. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования [Текст].
7. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование [Текст].
8. СП 73.13330.2012. Внутренние санитарно-технические системы зданий [Текст].
9. СП 131.13330.2012. Строительная климатология [Текст].
10. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [Текст].
11. ТЕР 81-03-20-2001. Пензенской области на общестроительные работы сборник №20 Вентиляция и кондиционирование воздуха [Текст].
12. ТЕРм 81-03-07-2001 Пензенской области на монтажные работы, сборник №7. Компрессорные установки, насосы и вентиляторы [Текст].
13. ТЕРп81-03-03-2001. Пензенской области на пусконаладочные работы. Сборник № 3. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха [Текст].
12. Абрамова, Л.И. Организация и планирование строительного производства [Текст] / Л.И. Абрамова, Э.А. Макаенкова. – М.: Стройиздат, 1990.
13. Краснов, Ю.С. Монтаж систем промышленной вентиляции [Текст] / Ю.С. Краснов. –М.:Стройиздат, 1988.
14. Говоров, В.Л. Производство вентиляционных работ [Текст]/ В.Л. Говоров, Е.Н. Зарецкий. –М.: Стройиздат, 1982.
15. Етазаров, А.Г. Устройство и изготовление вентиляционных систем [Текст]/ А.Г. Етазаров. –М.: Высшая школа, 1980.
16. Журавлев, Б.А. Справочник мастера-вентиляционщика [Текст] / Б.А. Журавлев. –М.: Стройиздат, 1983.
17. Мельников, О.Н. Справочник монтажника сетей тепло-газоснабжения [Текст] / О.Н. Мельников [и др.]. – Л.: Стройиздат, 1980.

18. Харланов, С.А. Монтаж систем вентиляции и кондиционирования воздуха [Текст] / С.А. Харланов, В.А. Степанов. – М.: Высшая школа, 1991.

19. Основы организация и управления в строительстве. Ч.1. Организация производства [Текст]: учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению «Строительство» / Н.А. Шлапакова, Н.М. Белянская, С.Ю. Глазкова. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 152 с.

20. Основы организация и управления в строительстве. Ч.2. Планирование и управление в строительстве [Текст]: учеб. пособие / Н.А. Шлапакова [и др. ]; под общ. ред. д.т.н. Ю.П. Скачкова. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 288 с.

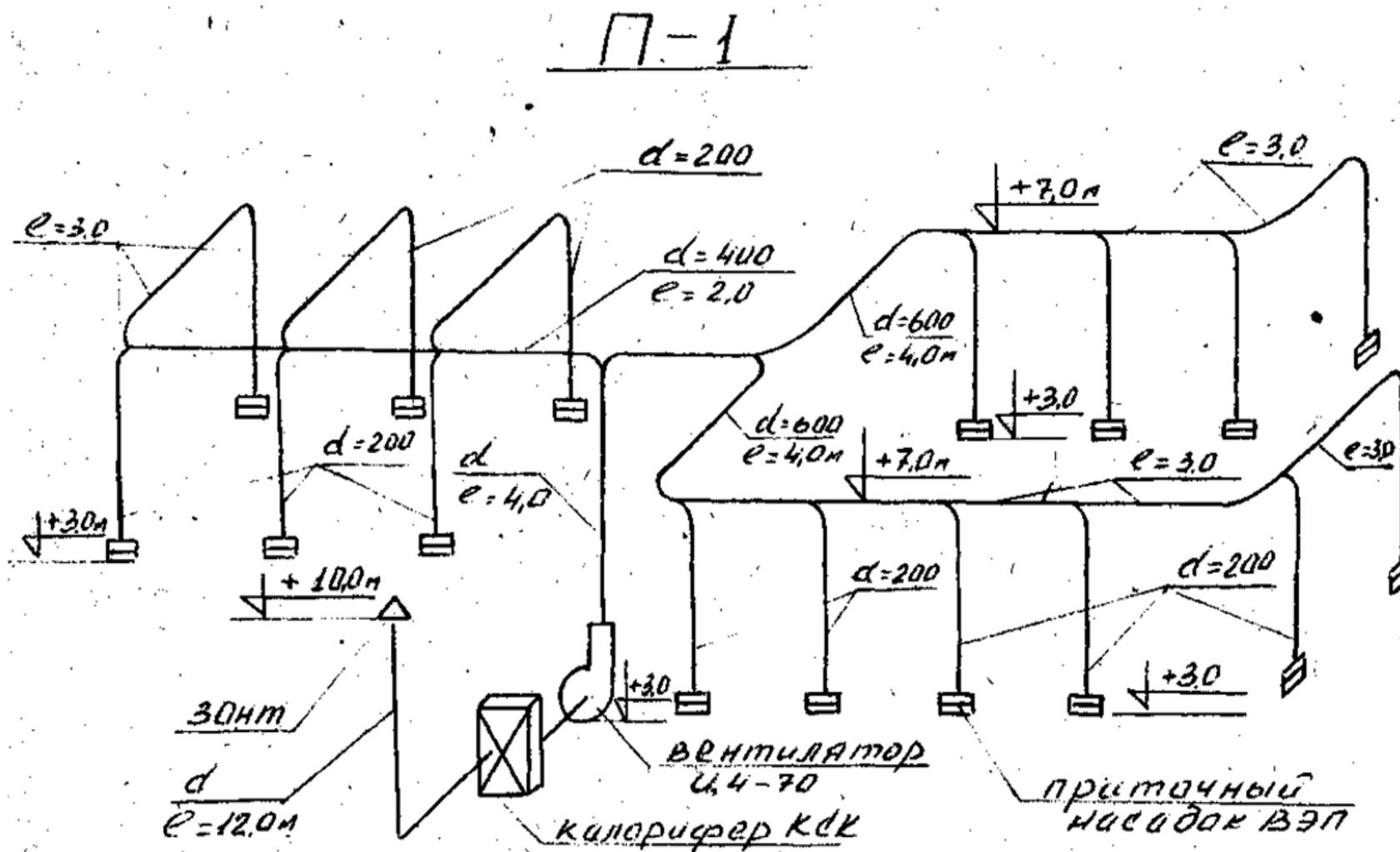


Рис.1П6. Аксонометрическая схема приточной системы П-1

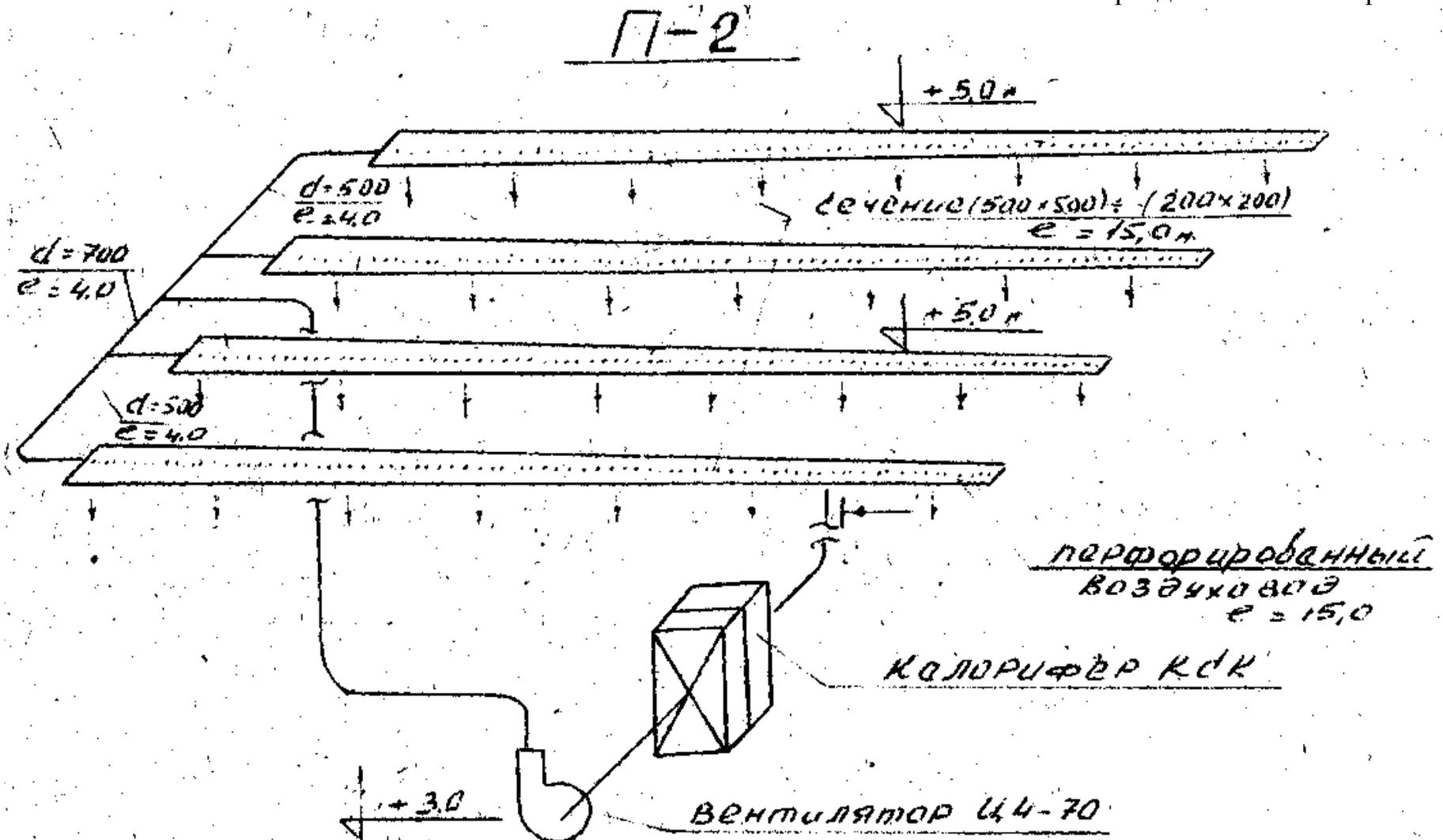


Рис.2П6. Аксонометрическая схема приточной системы П-2

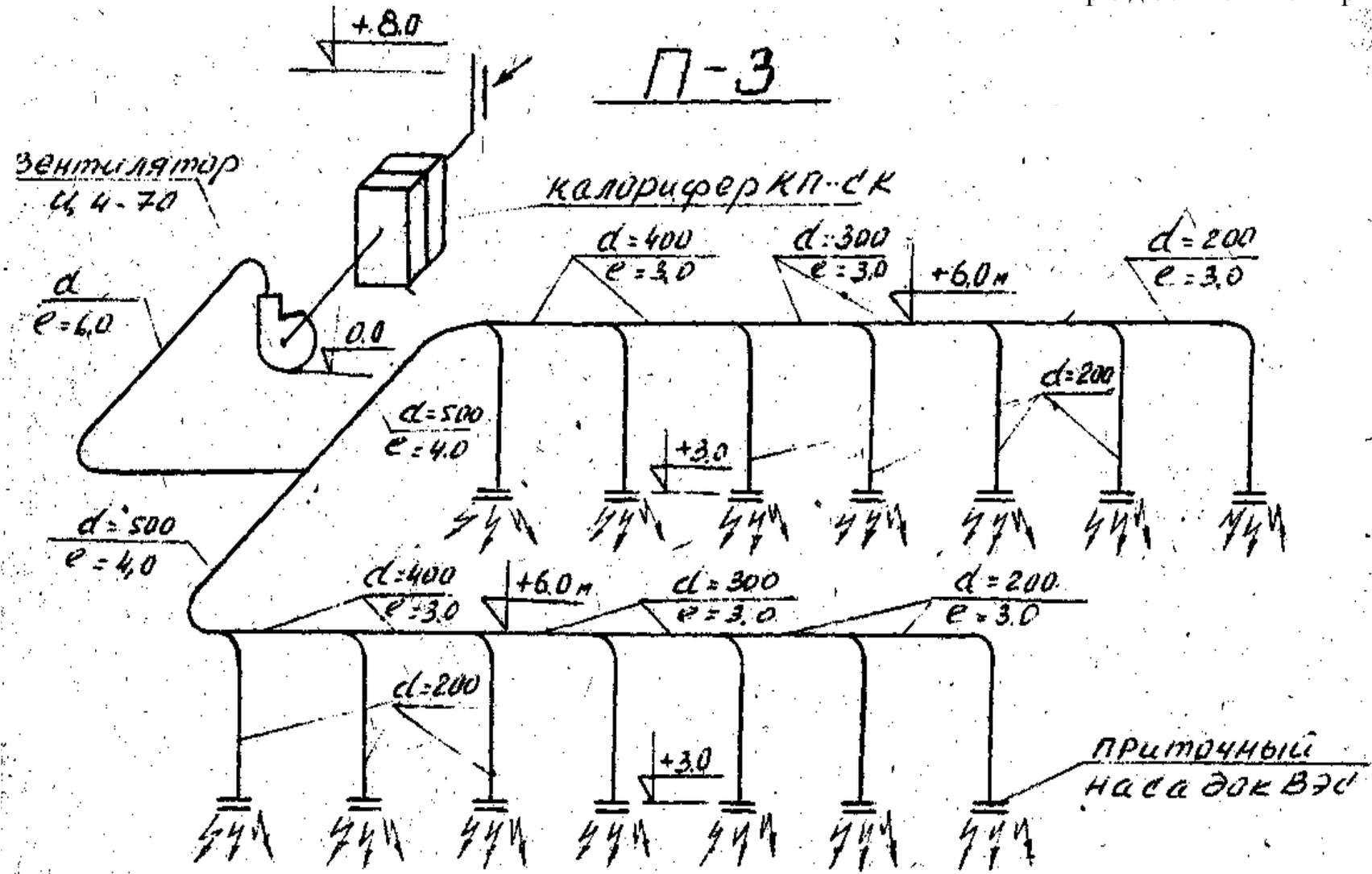


Рис.3П6. Аксонометрическая схема приточной системы П-3

П-4

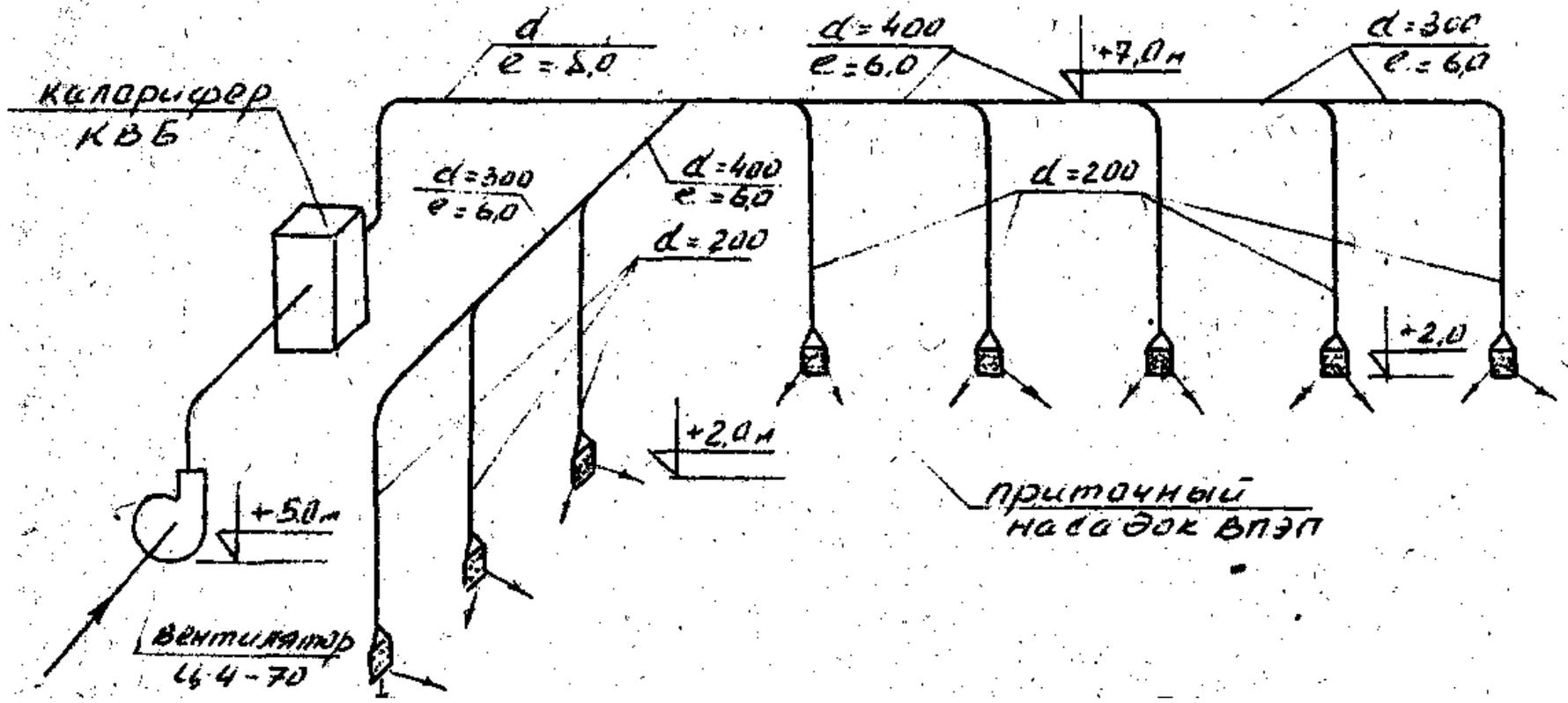


Рис.4П6. Аксонометрическая схема приточной системы П-4

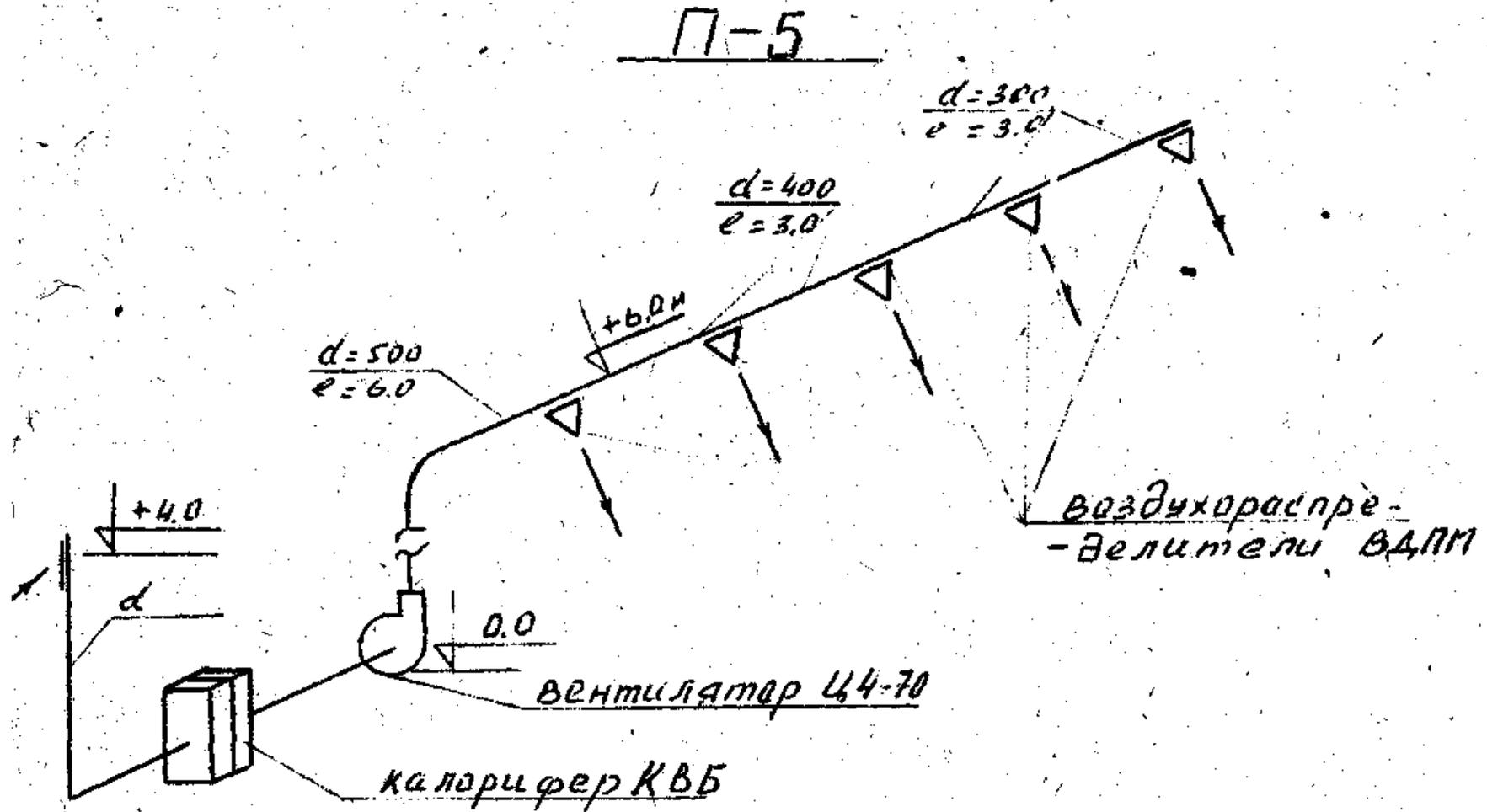


Рис.5П6. Аксонометрическая схема приточной системы П-5

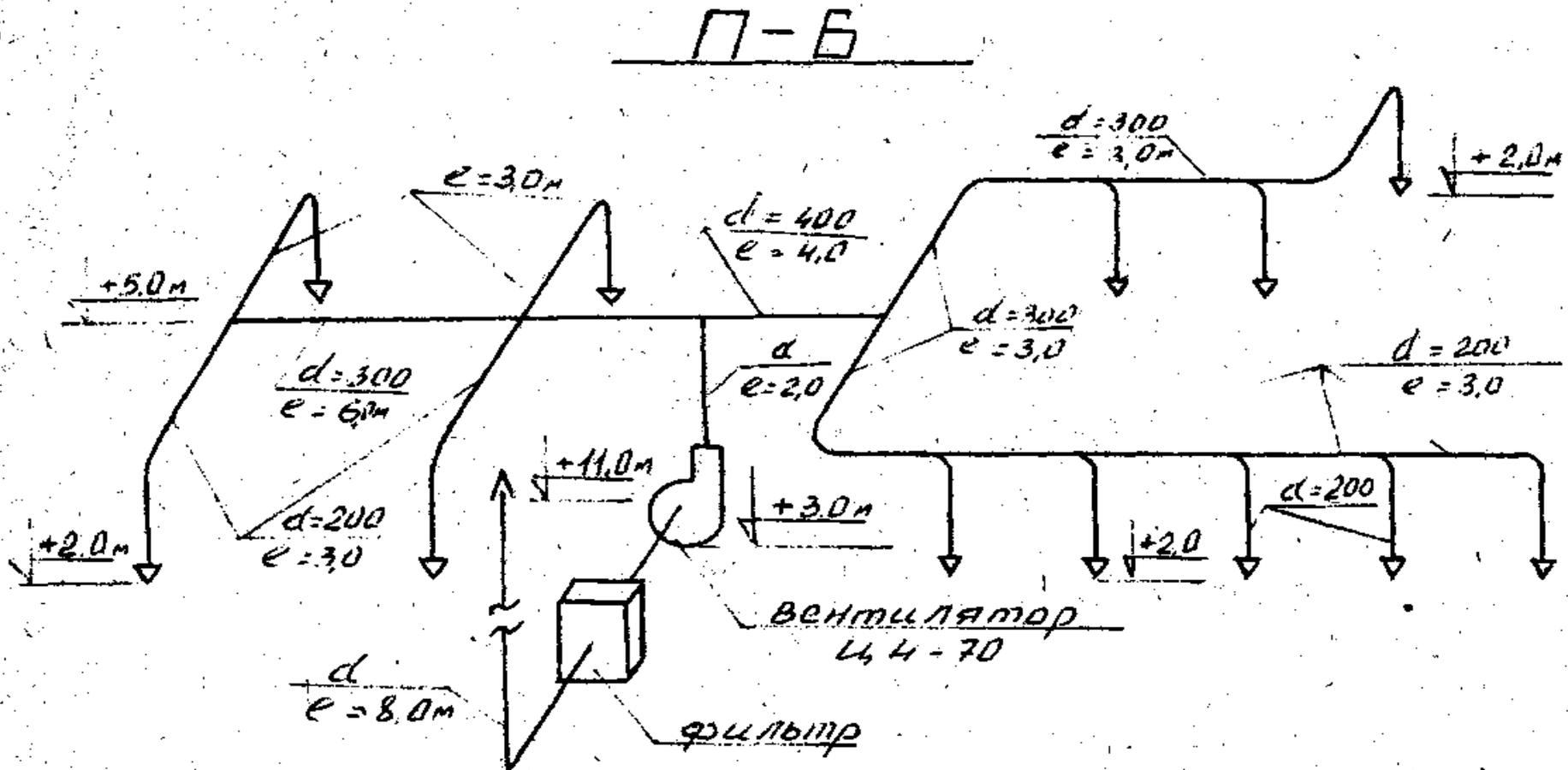


Рис.6П6. Аксонометрическая схема приточной системы П-6

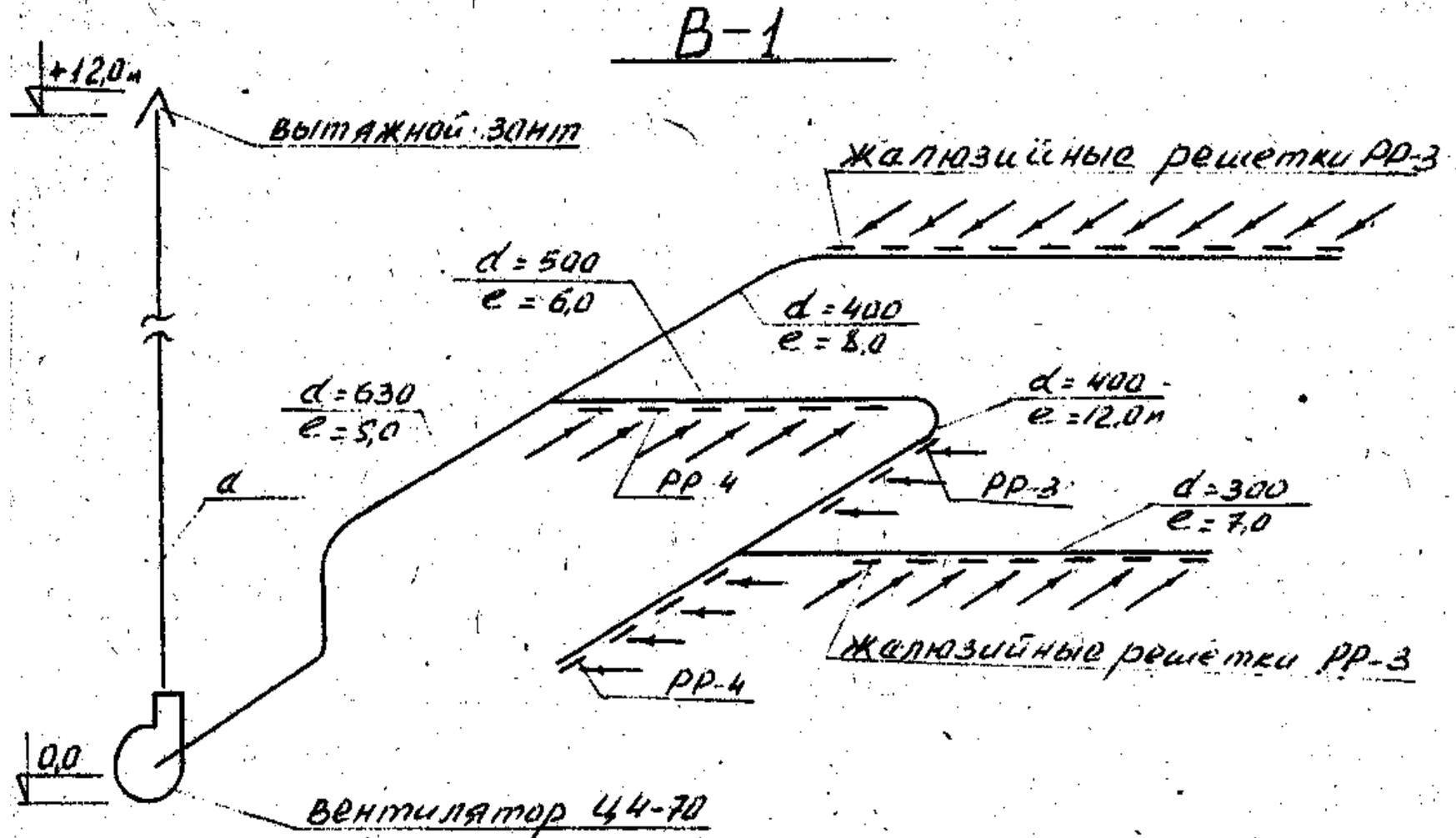


Рис.7П6. Аксонометрическая схема вытяжной системы В-1

B-2

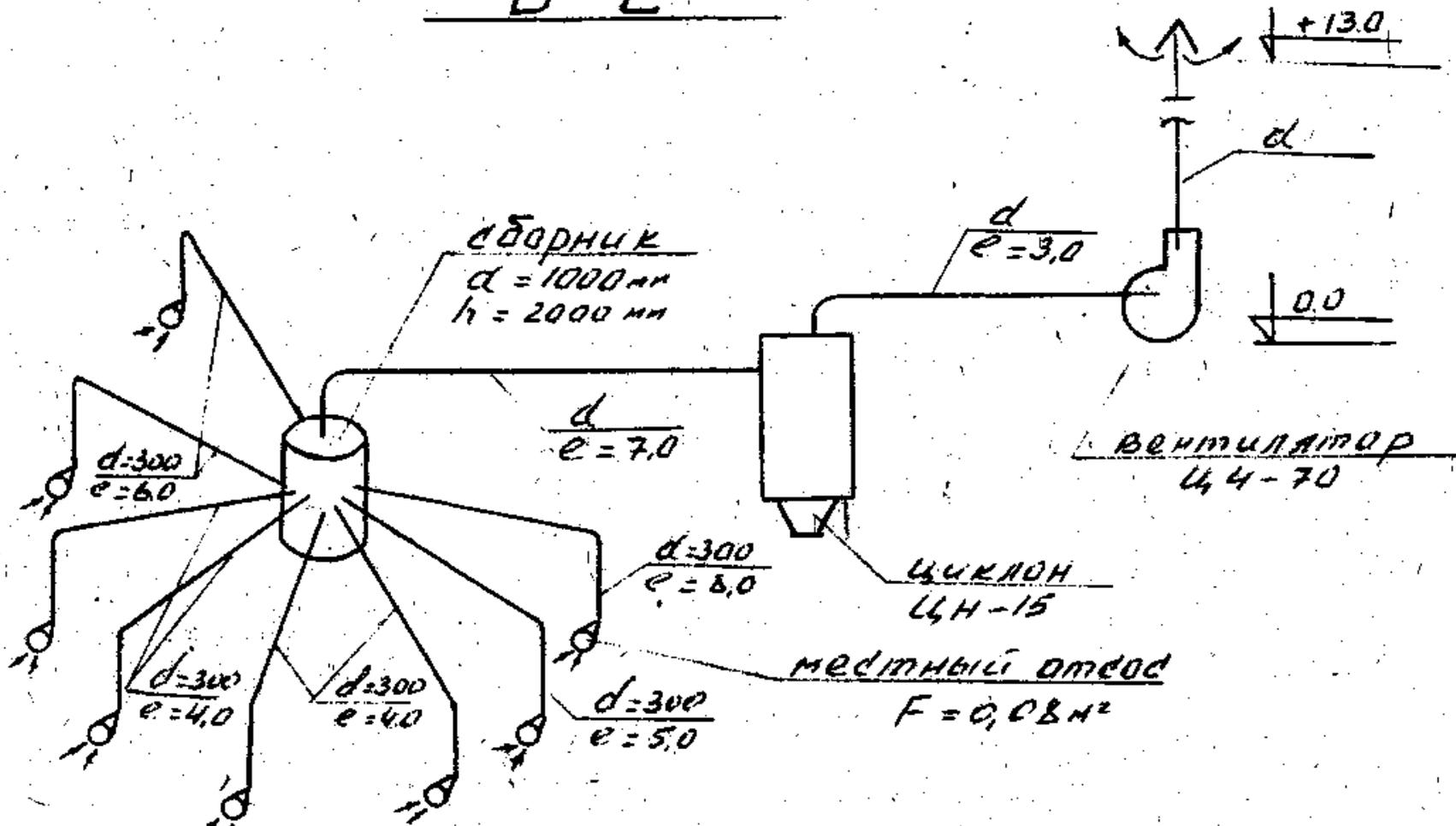


Рис. 8П6. Аксонометрическая схема вытяжной системы В-2

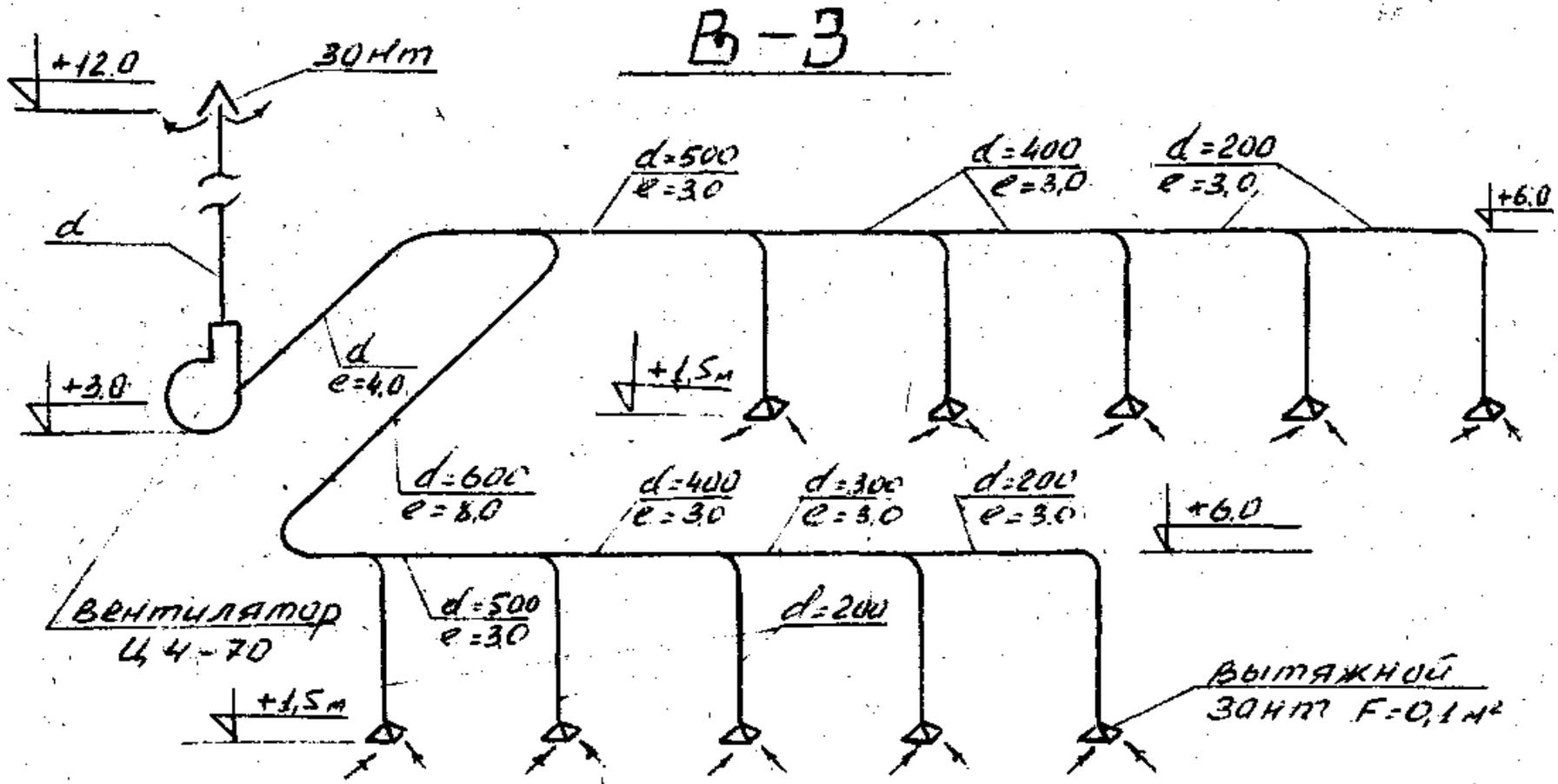


Рис.9П6. Аксонометрическая схема вытяжной системы В-3

В-4

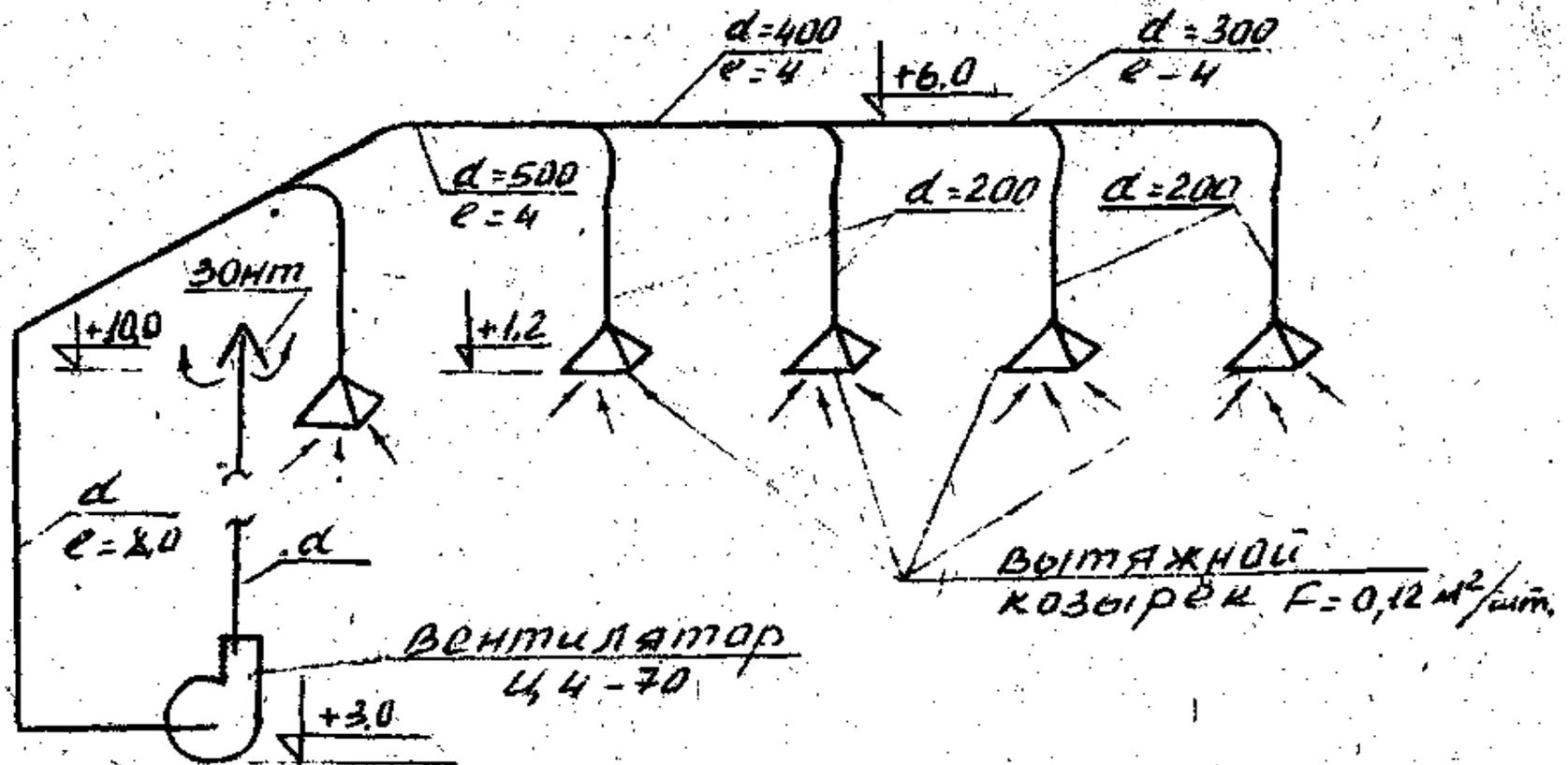


Рис.10П6. Аксонометрическая схема вытяжной системы В-4

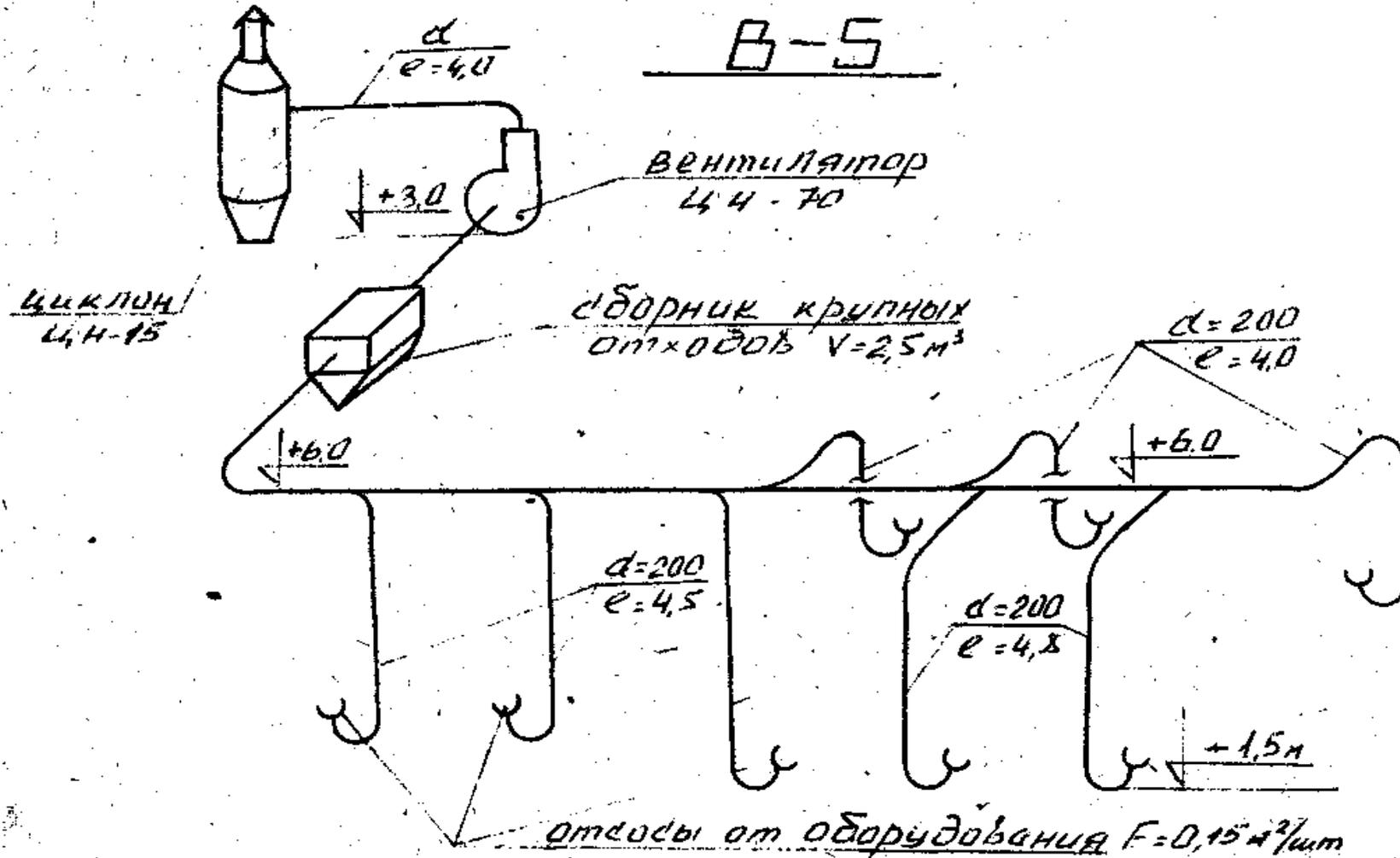


Рис.11П6. Аксонометрическая схема вытяжной системы В-5

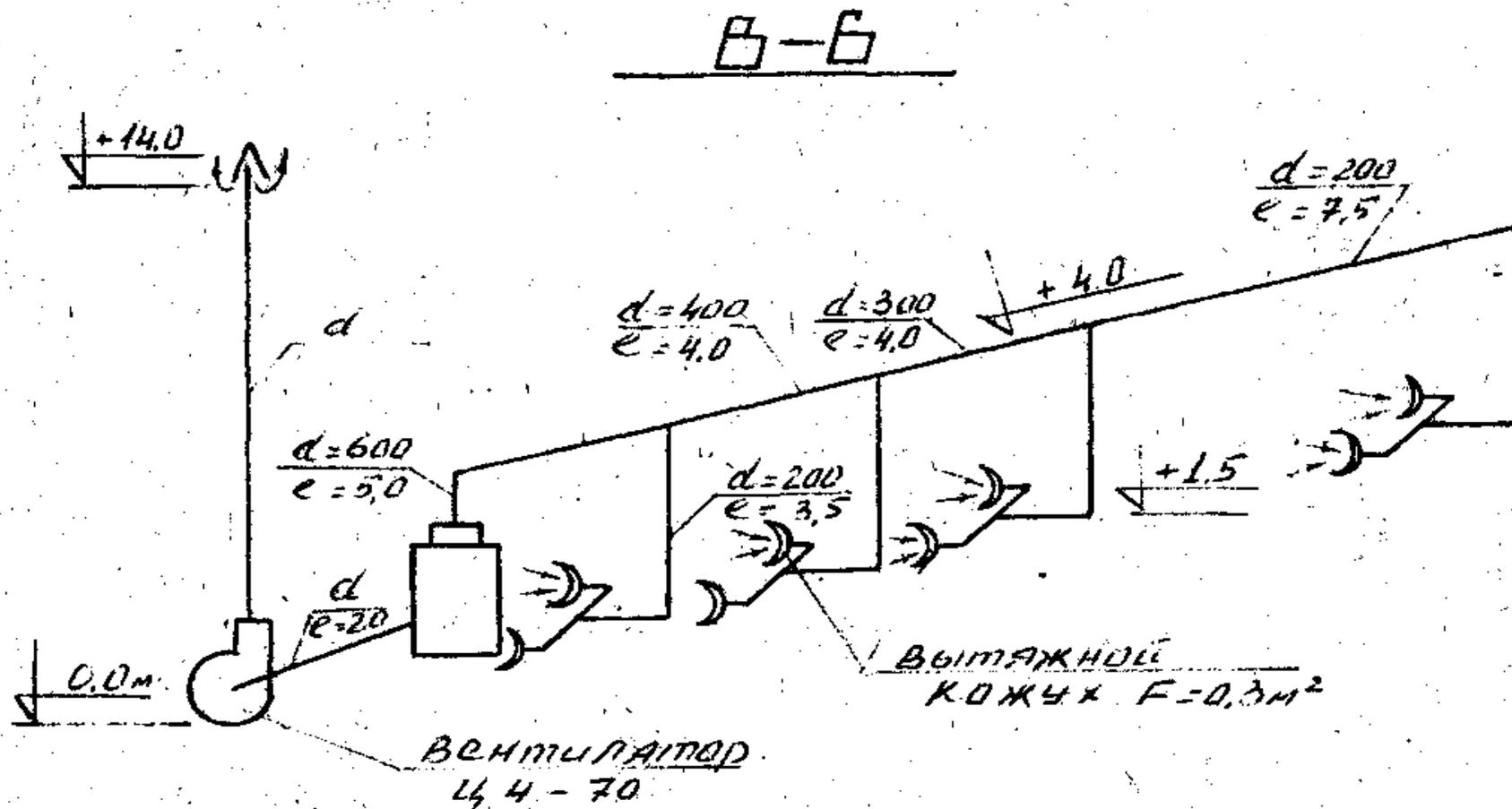


Рис.12П6. Аксонометрическая схема вытяжной системы В-6

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное учебное пособие формируют компетенции, необходимые для будущей профессиональной деятельности студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство», и отражает современный подход к изучению технологии и организации строительства.

В части 2 «Организация строительного производства» настоящего учебного пособия по курсу «Основы организации и управления в строительстве» рассмотрены вопросы технологии и организации строительства автомобильных дорог, систем водоснабжения и водоотведения, вентиляции систем промышленных и гражданских зданий. Они различаются по своему характеру, по специфике строительных процессов, и соответственно, их организации, по способам проектирования строительных процессов в пространстве и во времени.

Значительное место в работе уделено особенностям, которые присущи основным предприятиям, входящим в строительный комплекс. При этом сделана увязка между принципиально разными технологиями и организацией производства, которая в совокупности представляет собой организационно-экономическую модель: «подготовка строительной площадки – возведение объекта – устройство инженерных сетей и сооружений – строительство дорог и обустройство территории». Следует иметь в виду, что включение в модель технологически разнородных производств отражается в каждом ее элементе. Производство основных работ на строительстве участка автомобильной дороги, прокладка инженерных сетей и сооружений, возведение объектов относятся к строительным технологиям. Эти особенности существенно влияют на организацию производства, что находит место в комплексной подготовке производства.

Особое внимание уделено организационно-экономической подготовке производства по разным элементам рассматриваемой модели. Организационно-экономическая подготовка включает в себя разделение производственных процессов на работы, детальную их характеристику с учетом используемых экономических ресурсов, численное значение которых принимается в расчетах параметров при проектировании поточного производства.

## О Г Л А В Л Е Н И Е

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ УЧАСТКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ.....	6
1.1. Подготовительные работы.....	8
1.1.1. Расчистка дорожной полосы .....	8
1.1.2. Удаление растительного слоя .....	10
1.2. Устройство земляного полотна .....	10
1.2.1. Разбивочные работы при возведении земляного полотна .....	10
1.2.2. Способы отсыпки насыпей и разработки выемок.....	11
1.2.3. Производство работ при применении экскаваторов-драглайнов.....	18
1.2.4. Планировка поверхности земляного полотна и откосов .....	18
1.2.5. Укрепление земляного полотна .....	20
1.2.6. Особенности организации работ по возведению земляного полотна .....	24
1.3. Устройство дорожной одежды.....	26
1.3.1. Классификация дорожных одежд.....	26
1.3.2. Строительство дополнительных слоев оснований.....	28
1.3.3. Технология работ по устройству слоев из асфальтобетонных смесей.....	32
1.3.4. Контроль качества работ при устройстве дорожных асфальтобетонных покрытий .....	41
1.3.5. Правила приемки асфальтобетонных покрытий в эксплуатацию .....	43
1.4. Укрепительные работы .....	43
1.5. Обустройство дороги .....	52
1.6. Искусственные сооружения.....	59
1.6.1. Общие характеристики водопропускных труб.....	59
1.6.2. Типы и элементы водопропускных труб.....	61
1.6.3. Технология строительства водопропускных труб .....	65
2. ПРОЕКТ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ НА СТРОИТЕЛЬСТВО УЧАСТКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ .....	70
2.1. Состав и содержание работы по проектированию участка автодороги .....	70
2.2. Паспорт участка автомобильной дороги.....	71
2.3. Ведомость объемов работ .....	72
2.4. Ведомость требуемых ресурсов .....	83
2.5. Календарное планирование .....	89
2.5.1. Календарный план. Сущность и содержание .....	89

2.5.2. Порядок разработки календарного плана в составе проекта производства работ.....	92
2.5.3. Построение календарного плана.....	93
2.5.4. Построение графиков потребления ресурсов.....	95
2.7. Техничко-экономические показатели календарного плана.....	97
Рекомендуемая литература.....	99
Приложение 1.....	101
<b>3. ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ.....</b>	<b>102</b>
3.1. Выбор рациональных методов строительства сооружений.....	102
3.2. Основные способы устройства подземной части заглубленных сооружений.....	103
3.3. Выбор способов возведения подземной части заглубленных сооружений.....	106
3.3.1. Организация и технология устройства подземной части заглубленных сооружений в открытом котловане.....	107
3.3.2. Виды опускных колодцев.....	110
3.3.3. Устройство заглубленных водозаборных и насосных станций опускным способом.....	111
3.3.4. Возведение стен подземной части заглубленных сооружений способом «стена в грунте».....	116
3.4. Расчеты при проектировании систем водоснабжения и водоотведения.....	117
3.4.1. Содержание, объем и оформление работы.....	118
3.4.2. Объемы строительно-монтажных работ.....	119
3.4.3. Составление локальной сметы на общестроительные работы.....	119
3.4.4. Порядок разработки календарного плана.....	119
3.4.5. Построение графиков обеспечения календарного плана ресурсами.....	124
3.4.6. Техничко-экономические показатели календарного плана.....	125
3.4.7. Проектирование строительного генерального плана.....	126
3.4.8. Расчет технико-экономических показателей стройгенплана.....	136
Рекомендуемая литература.....	138
Приложение 2.....	143
Приложение 3.....	148
Приложение 4.....	153
Приложение 5.....	154
<b>4. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖА СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ.....</b>	<b>159</b>
4.1. Проектирование промышленных систем вентиляции.....	159
4.2. Технология монтажа промышленной вентиляции.....	161

4.3. Монтаж воздуховодов системы .....	162
4.4. Монтаж крышных вентиляторов .....	163
4.5. Особенности монтажа вентиляционной системы промышленного назначения .....	165
4.6. Испытательные работы .....	166
4.7. Общие положения по разработке технологических карт .....	166
4.8. Организация и технология выполнения работ .....	167
4.9. Требования к качеству и приемке работ .....	176
4.10. Расчет показателей по разработке проекта производства работ по монтажу отдельных систем вентиляции .....	177
4.10.1. Структура основных расчетов по монтажу системы вентиляции .....	178
4.10.2. Исходные данные для выполнения основных расчетов .....	179
4.10.3. Рекомендации по выполнению основных частей проекта производства работ по монтажу отдельных систем вентиляции .....	179
4.10.4 Календарное планирование производства работ .....	186
4.10.5. Указания по технике безопасности при монтаже систем промвентиляции .....	191
4.10.6. Расчет основных технико-экономических показателей календарного плана .....	191
Рекомендуемая литература .....	193
Приложение 6 .....	195
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	<b>207</b>



Учебное издание

Шлапакова Наталья Александровна  
Мебадури Зураб Анзорович  
Глазкова Светлана Юрьевна  
Чудайкина Татьяна Николаевна

## ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

### ЧАСТЬ 2

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА  
Учебное пособие по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»

Редактор      Н.Ю. Шалимова  
Верстка      Н.А. Сазонова

Подписано в печать 22.06.16. Формат 60×84/16.  
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.  
Усл.печ.л. 12,32. Уч.-изд.л. 13,25. Тираж 80 экз.  
Заказ № 431.



---

Издательство ПГУАС.  
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.