

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Некоммерческое акционерное общество «Talar»

АУБАКИРОВА Т.Н., КАРАШИНА А.Р., НАЗЫМБЕКОВ М.А.

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

**СПЕЦИАЛЬНОСТЬ «СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ
ДОРОГ И АЭРОДРОМОВ»
КВАЛИФИКАЦИЯ «ТЕХНИК - СТРОИТЕЛЬ»**

*Разработано по актуализированным типовым учебным планам и
программам для системы технического и профессионального,
послесреднего образования по специальности
1410000 «Строительство автомобильных дорог и аэродромов»*

Нур-Султан, 2020 г.

УДК 625.71.8 (075.32)

ББК 39.311я722

А - 93

Рецензенты:

ГККП "Высший технический колледж, город Кокшетау" Управления
образования Акмолинской области УМО по профилю
«Строительство и коммунальное хозяйство»,
ОЮЛ «Ассоциация автодорожников Казахстана»

Рекомендовано

Республиканским научно-практическим центром «Учебник»

А-93 Специальность «Строительство автомобильных дорог и аэродромов» квалификация «Техник - строитель»: Учебное пособие/ Т.Н. Аубакирова, А.Р. Карашина, М.А. Назымбеков / Нур-Султан: Некоммерческое акционерное общество «Talap», 2020 г.-298 с.

ISBN 978-601-350-069-0

Учебное пособие предназначено для обучающихся учебных заведений системы технического профессионального образования. Разработано в соответствии с типовым планом и программой технического и профессионального образования по специальности 1410000 – «Строительство автомобильных дорог и аэродромов».

В учебном пособии рассмотрены проектирование автомобильных дорог и аэродромов, планирование производственных предприятий и технология строительства автомобильных дорог и аэродромов. Приведены примеры выбора, расчёта и сравнения вариантов автомобильной дороги, а также практические задания для более глубокого освоения материала.

УДК 625.71.8 (075.32)

ББК 39.311я722

ISBN 978-601-350-069-0

© НАО «Talap», 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	6
РАЗДЕЛ 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И АЭРОДРОМОВ	7
1.1 Техническое изыскание автомобильных дорог и аэродромных площадок	8
1.1.1 Экономические изыскания и их задачи	8
1.1.2 Подробные технические изыскания автомобильных дорог и их задачи	10
1.1.3 Технические изыскания при реконструкции или капитальном ремонте автомобильной дороги	12
1.1.4 Изыскание аэродромных площадок	15
1.2 Основы гидравлики	19
1.2.1 Основы гидростатики	19
1.2.2 Основы гидродинамики	20
1.2.3 Понятие о водосливах	22
1.3 Проектирование автомобильных дорог	24
1.3.1 Стадии проектирования. Проект, рабочая документация и рабочий проект	24
1.3.2 Проектирование дорожных одежд	26
1.3.3 Проектирование водопропускных сооружений на малых водотоках	41
1.3.4 Проектирование продольного профиля	46
1.3.5 Проектирование земляного полотна и водоотводных устройств	54
1.3.6 Пересечения и примыкания дорог	55
1.3.7 Обустройство дорог	62
1.3.8 Сравнение вариантов автомобильных дорог	66
1.4 Автоматизированное проектирование автомобильных дорог	69
1.4.1 Средства обеспечения системы автоматизированного проектирования	69
1.4.2 Программный комплекс Топоматик Robur – Автомобильные дороги	75
1.4.3 Программный комплекс CREDO ДОРОГИ	77
РАЗДЕЛ 2. ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ПРЕДПРИЯТИЯ	93
2.1 Основы рыночной экономики	94
2.1.1 Современное состояние экономики и промышленности Республики Казахстан	94
2.1.2 Рыночный механизм и принцип его функционирования	94
2.1.3 Предприятия в системе рыночной экономики	94
2.1.4 Основные фонды дорожно – строительных предприятий	95
2.1.5 Оборотные средства дорожно - строительных организаций	101
2.1.6 Особенности и основные черты предприятий различных форм собственности	106

2.2	Организация производства	107
2.2.1	Организация производства	107
2.2.2	Система сметных нормативных документов в строительстве дорог	112
2.2.3	Составление сметной документации на строительство и ремонт автомобильных дорог и аэродромов	113
2.2.4	Научная организация труда и техническое нормирование труда	121
2.2.5	Организация оплаты труда	124
2.3	Основы управленческой деятельности и менеджмента	126
2.3.1	Основы, принципы и методы управления	126
2.3.2	Руководитель трудового коллектива. Психология личности	132
2.4	Планирование производства	135
2.4.1	Планирование прибыли и рентабельности	135
2.5	Учет, отчетность и анализ производственно - хозяйственной деятельности в условиях рынка	138
2.5.1	Учет и отчетность	138
2.5.2	Анализ производственно-хозяйственной деятельности	139
РАЗДЕЛ 3. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И АЭРОДРОМОВ		151
3.1	Карьеры	152
3.1.1	Элементы карьера	152
3.1.2	Вскрытие месторождения	156
3.1.3	Вскрышные работы	158
3.2	Буро-взрывные работы	160
3.3	Взрывчатые вещества и средства	165
3.3.1	Взрывчатые вещества	165
3.3.2	Действие взрыва в среде и основы расчета зарядов	168
3.4	Производственные предприятия дорожного строительства	170
3.4.1	Назначение и размещение производственных предприятий	170
3.4.2	Переработка каменных материалов	172
3.4.3	Асфальтобетонные заводы	184
3.4.4	Цементобетонные заводы	199
3.5	Технология возведения земляного полотна	208
3.5.1	Подготовительные работы	208
3.5.2	Разработка, перемещения и укладка грунтов в земляном полотне	213
3.5.3	Отделочные и укрепительные работы	216
3.5.4	Строительство сооружений дорожного водоотвода и водосточно-дренажных систем аэродромов	223
3.5.5	Подготовка поверхности земляного полотна и строительство дополнительных слоев оснований	235
3.6	Технология строительства дорожной одежды	237
3.6.1	Строительство асфальтобетонных покрытий и оснований	237
3.6.2	Работы по созданию дернового покрова на аэродромах	239
3.6.3	Производство работ по обстановке автомобильной дороги	241

3.7	Содержание и ремонт автомобильных дорог и аэродромов	243
3.7.1	Работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог и аэродромов	243
3.7.2	Работы по ремонту и содержанию автомобильных дорог, водоотводных и дренажных систем	244
3.7.3	Зимнее содержание	253
3.7.4	Озеленение автодорог	255
	Глоссарий	279
	Список использованных источников	287
	Приложения	289

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие разработано на основе актуализированного типового учебного плана и программы технического и профессионального образования по специальности 1410000 «Строительство автомобильных дорог и аэродромов» квалификации 141001 3 «Техник – строитель».

В соответствии с типовым учебным планом в учебном пособии раскрыты следующие профессиональные модули:

- проектирование автомобильных дорог и аэродромов;
- планирование производственной программы предприятия;
- технология строительства автомобильных дорог и аэродромов.

Целью является подготовка обучающегося для производственной, организационно-управленческой деятельности в научных, проектных, строительных и эксплуатационных организациях по вопросам проектирования, строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог и аэродромов.

Задачей пособия является освоение практических навыков в области: проектирования автомобильных дорог и аэродромов, а также экономики производства и технологий строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог и аэродромов.

В пособии рассматриваются наиболее важные виды работ, выполняемых при проведении технических изысканий, проектировании продольного профиля, земляного полотна, осуществление подбора и расчета дорожной одежды автомобильной дороги, подбора водопропускных и водоотводных устройств. А также планирование производственной программы предприятия, прибыли и рентабельности работы с расчетом сметной стоимости строительства.

Рассмотрены технологические процессы строительства автомобильных дорог; документация при организации и строительстве автомобильных дорог; технология возведения земляного полотна и строительства различных типов покрытий; основные положения организации содержания искусственных сооружений и аэродромных покрытий; производственные предприятия дорожного строительства; основные узлы работы асфальтобетонного и цементобетонного завода; вскрышные работы; работы в карьерах; буровзрывные работы и технология переработки каменных материалов.

В учебном пособии приводятся примеры практических заданий, тестовые задания и вопросы для самоконтроля.

РАЗДЕЛ 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И АЭРОДРОМОВ

Цели обучения

После прохождения данного раздела обучающиеся смогут:

1. Определять экономическую характеристику района обследования;
2. Обследовать план, поперечный и продольный профиль автомобильной дороги;
3. Производить работы при изысканиях аэродромных площадок;
4. Выполнять подбор и расчет дорожной одежды автомобильной дороги;
5. Выполнять сравнение вариантов автомобильной дороги;
6. Использовать законы гидравлики при проектировании и строительстве гидротехнических сооружений;
7. Проектировать автомобильную дорогу и искусственные сооружения в специализированных компьютерных программах.

Предварительные требования

Перед началом работы с данным разделом обучающиеся должны иметь навыки по:

- определению свойств горных пород и дорожно-строительных материалов;
- проведению геодезических и разбивочных работ;
- определению основных элементов автомобильных дорог с использованием технологических карт;
- разработке отдельных элементов искусственных сооружений на автомобильных дорогах;
- выполнению чертежей с использованием систем автоматизированного проектирования.

Необходимые учебные материалы

Тетрадь, ручка, карандаши, миллиметровая бумага форматов А2, А3, А4, калька, карта, линейка, транспортир, СНиП РК, СН РК, инженерный калькулятор, компьютер или ноутбук с программой Топоматик Robur, CREDO ДОРОГИ.

Введение

Система транспортных связей является неперенным условием экономического развития страны. Нагрузки на транспортные коммуникации постоянно растут в соответствии с ростом пассажиро-и грузопотоков. Самым распространенным среди других видов транспорта остается автомобильный транспорт.

В мире вкладываются большие средства в исследования и разработки по созданию новых технологий, машин и оборудования для строительства и

эксплуатации автомобильных дорог. В последнее время строительство и эксплуатация автомобильных дорог обязательно увязывается с требованиями по охране окружающей среды, устанавливаются новые национальные и международные стандарты по нагрузкам на дорожные покрытия.

Комплекс вопросов, решаемых при проектировании автомобильных дорог, включает определение трассы на местности, ее положения по отношению к поверхности земли, расчет и конструирование элементов дороги и дорожных сооружений.

Важными мерами по дальнейшему совершенствованию дорожного строительства являются улучшение качества работ, максимальное сокращение сроков и снижение стоимости строительства, с чем тесно связано рациональное использование строительных материалов. Чем шире ассортимент, выше качество и ниже стоимость строительных материалов, тем успешнее осуществляется строительство автомобильных дорог и аэродромов.

1.1 Техническое изыскание автомобильных дорог и аэродромных площадок

1.1.1 Экономические изыскания и их задачи

Для строительства новой или реконструкции старой дорожной сети, а также отдельных дорог выполняют комплекс изыскательских и проектных работ. Их цель – установить значение проектируемой сети или дороги для конкретной административной или хозяйственной единицы, а также получить необходимые исходные материалы для разработки проекта и осуществления строительства в соответствии с установленными требованиями. Исходя из их задач и содержания, изыскания для целей дорожного строительства подразделяют на *экономические* и *технические*.

Экономические изыскания – комплекс работ по сбору, обработке, систематизации и анализу исходных данных для обоснования и установления экономической целесообразности, очередности и стадийности строительства или реконструкции отдельных объектов дорожного строительства. Подразделяются на *комплексные*, включающие работы по технико-экономическому обоснованию дорожной сети административного или экономического района, и *титульные*, включающие работы по технико-экономическому обоснованию проекта отдельного объекта, намеченного к постройке или реконструкции [1].

Задача экономических изысканий – сбор и систематизация необходимых исходных данных и материалов для обоснования возможности и целесообразности разработки проекта размещения и строительства дорожной сети или отдельной дороги в конкретном месте и в установленные сроки.

Основное содержание экономических изысканий – установление существующего и планируемого объема и направления грузовых и пассажирских транспортных связей между отдельными грузооборотными пунктами и в связи с этим определение наиболее желательного с

экономической точки зрения размещения дорожной сети или трассы отдельной дороги.

Экономические изыскания служат основой для разработки технико-экономического доклада (ТЭД) – обоснования проектирования и строительства дороги. После утверждения ТЭД выполняют технические изыскания.

Начальная стадия дорожного проектирования – *комплексные экономические изыскания*. Их проводят для проектирования или реконструкции дорожной сети какой-либо административной или производственной единицы. В содержание изысканий входит анализ существующего и установление перспективного объема и направления транспортных перевозок на данной территории, обследование имеющейся транспортной сети, природных и экономических условий [9].

Материалы комплексных экономических изысканий служат в качестве исходных для размещения сети дорог, а также для обоснований их народнохозяйственного значения и экономической эффективности строительства. Используя данные этих изысканий, составляют планы строительства, устанавливают его сроки и очередность, а также решают многие вопросы технического проектирования. Организация и состав работ зависят от поставленной задачи, экономических и природных особенностей объекта и его расположения (определяются нормативными документами).

Сельскохозяйственные дороги, обслуживающие в основном внутрирайонные и внутрихозяйственные транспортные связи, наиболее рационально проектировать в составе схем и проектов сельскохозяйственной районной планировки, землеустройства и мелиорации. В связи с этим экономические изыскания для размещения сети проводят в комплексе с другими изысканиями, являющимися составной частью разрабатываемой схемы или проекта. Выполняют их специалисты соответствующего профиля при содействии других специалистов, а также местных административных и хозяйственных органов.

Экономические дорожные изыскания проводят комплексно, в определенной последовательности, по стадиям.

Титульные экономические изыскания проводятся по важнейшим маршрутам, выявленным в результате комплексного обследования сети дорог, или выполняются как самостоятельное задание на сооружение дороги между двумя конечными пунктами.

Задачи и методы проведения титульных изысканий заключаются в выявлении экономически наиболее целесообразного направления данной дороги, установлении ее грузооборота, определении интенсивности движения и распределения его во времени (при неравномерности движения), а также обосновании экономического эффекта, получаемого в результате строительства [14].

При титульных изысканиях новой дороги первоначально намечают два-три целесообразных варианта направления трассы. Границы района изысканий по каждому из намеченных вариантов намечают с учетом

территории, с которой возможно поступление грузов на проектируемую дорогу.

Территория, в границах которой расположены грузообразующие пункты, реализующие свои транспортные связи по проектируемой дороге, называется *районом тяготения*.

Порядок и состав работ по выявлению грузооборота проектируемой дороги при титульных изысканиях в основном такие же, как и при комплексных изысканиях. Отличием является необходимость установления достаточно точного расположения дороги и подъездных путей на местности и назначения их технико-эксплуатационных показателей, так как без этого трудно сопоставить варианты дороги [4].

При реконструкции дороги для обеспечения более интенсивного движения титульные экономические изыскания сопровождаются техническими обследованиями, имеющими цель:

- а) установить состояние существующей дороги (земляного полотна, дорожной одежды и искусственных сооружений);
- б) выявить соответствие плана и профиля требованиям возросшей интенсивности движения;
- в) определить объем и стоимость предстоящих работ по реконструкции дороги.

1.1.2 Подробные технические изыскания автомобильных дорог и их задачи

Техническое изыскание. Состав и объем проектно-изыскательских работ устанавливаются в задании на изыскания автомобильной дороги. Они зависят от природных условий района строительства и стадии проектирования. Сложность природных условий территории, пересекаемой трассой, определяется рельефом местности, наличием контурных и высотных препятствий.

По трудности производства наземных изыскательских работ различают *5 категорий местности*:

- равнинная, открытая, не заболоченная с благоприятными условиями для изыскательских работ;
- равнинная или слабохолмистая местность с лесными массивами, занимающими 50% территории, а также холмистая открытая;
- равнинная или слабохолмистая, залесенная более чем на 50%; холмистая или предгорная, но залесенная менее чем на 50%; проходимые болота; речные поймы со старицами и озерами, залесенные или заболоченные до 30%;
- горная местность, залесенная до 50% или холмистая и предгорная, залесенная более чем на 50%; труднопроходимые болота, покрытые лесом и кустарником; речные поймы со старицами и озерами, залесенные или заболоченные более чем на 30%;
- горная местность, сплошь залесенная, без путей сообщения;

таежные малообжитые районы; прижимные участки долин, ущелья.

В зависимости от категории местности изыскательская партия за один день может обработать от 1 до 8 км трассы.

Изыскательская партия состоит из нескольких рабочих групп. Возглавляют изыскательскую партию начальник партии и его помощник – главный инженер проекта. Для обеспечения работы всех групп изыскательской партии ее формируют из следующих специалистов: инженер-геолог, инженер – дорожник, старшие техники по выполнению топографо-геодезических работ, буровой мастер, инженер-мостовик, лаборант-грунтовед, водители, завхоз, рабочие для выполнения хозяйственных вспомогательных работ.

При изыскании дороги большой протяженности формируют экспедицию, которая состоит из нескольких изыскательских партий. За каждой партией закрепляется маршрут протяженностью до 100 км. Связь между начальником экспедиции и изыскательскими партиями осуществляют при помощи радиостанций, в отдаленных районах применяют вертолеты, для съемки сложных мест арендуют самолеты. Перед выездом изыскательской партии на место работ составляют календарный план работы, где указывают сроки выполнения работ. Подбирают техническую литературу и чертежно – канцелярские принадлежности, справочную литературу. Все инструменты и оборудование тщательно проверяют и упаковывают.

Сотрудники изыскательской партии изучают материалы дорожно-экономического обоснования, где указаны пункты, через которые должна пройти дорога, категория дороги, сроки начала и окончания строительства, стоимость работ. На основании данных технико-экономических обоснований по топографическим картам масштаба 1:25 000 и 1:10 000 изучают положение ранее намеченной трассы, устанавливают ширину полосы местности, где нужно проложить два или три конкурирующих варианта трассы (см. приложение – 1 а, б).

На карте намечают места согласованных пересечений с железными и автомобильными дорогами, участки пересечения с водотоками и обхода населенных пунктов. Уточнению на местности подлежат участки со сложными условиями рельефа – карстовые явления, заболоченные участки, овраги. При оценке положения трассы на всех участках варианта трассы должны отражаться принципы пространственной плавности с учетом ландшафтного проектирования. До начала изыскательских работ начальник партии получает разрешение на ведение геодезических и геологических работ, обследование района изыскания. После завершения изыскательских работ трассу и все полевые, камеральные документы принимают представители заказчика [13].

При изыскании автомобильных дорог между заданными пунктами выполняют камеральные и полевые работы.

Задача технических изысканий – установить точное местоположение трассы и закрепить ее на местности; определить исходные данные для разработки технического проекта строительства дороги и ее сооружений.

Характер и объем этих изысканий зависят от значения дороги, сложности объекта, природных и других условий. В соответствии со стадиями проектирования различают *подробные* и *предпостроечные* технические изыскания [8].

Данные экономических и технических изысканий ложатся в основу разработки задания на проектирование и проекта строительства дороги. В зависимости от сложности объекта его проектируют в две или в одну стадию. В первом случае составляют отдельно технический проект и рабочие чертежи, а во втором – технорабочий проект (технический проект, снабженный рабочими чертежами).

1.1.3 Технические изыскания при реконструкции или капитальном ремонте автомобильной дороги

В связи с развитием народного хозяйства и ростом потребности в перевозках грузов и пассажиров интенсивность движения на автомобильных дорогах увеличивается, техническое состояние дороги в ходе эксплуатации постепенно ухудшается, снижается производительность транспорта. Дорогу необходимо перестраивать, провести капитальный ремонт или реконструкцию.

Капитальный ремонт автомобильной дороги – это комплекс работ, при котором производят смену изношенных конструкций и деталей или замену их более прочными и экономичными, улучшающими транспортно-эксплуатационные характеристики ремонтируемых объектов и обеспечивающими повышение технических нормативов дорог, увеличение прочности дорожных одежд и сооружений в пределах норм, соответствующих технической категории, установленной для данной дороги. К этому виду ремонта также относятся работы, связанные с ликвидацией последствий стихийных бедствий и восстановлением дорожных инженерных сооружений.

Капитальный ремонт предусматривает периодическое выполнение работ, связанных с повышением транспортно-эксплуатационного состояния дороги и дорожных сооружений, в частности, с увеличением прочности дорожных одежд и дорожных сооружений в пределах норм существующей технической категории дороги [11].

Реконструкция автомобильной дороги – комплекс работ, обеспечивающих повышение транспортно-эксплуатационных качеств, безопасности и удобства движения с переводом автомобильной дороги или отдельного ее участка в более высокую техническую категорию [8].

В процессе проведения изысканий на дорогах, подлежащих реконструкции, определяют фактическую интенсивность и скорости движения на всех участках дороги, рассчитывают перспективную интенсивность движения. Согласно линейному журналу учета дорожно-транспортных происшествий определяют количество происшествий, связанных с плохим состоянием дороги. Причинами происшествий могут быть: повышенная скользкость дорожного покрытия, загрязнение покрытия и

выбоины на нем; неудовлетворительное состояние обочин, объездов и примыканий, мостов и подъездов к ним; ограниченная видимость из-за разросшихся зеленых насаждений; отсутствие виражей и уширение проезжей части на кривых малого радиуса; отсутствие или неправильная установка дорожных знаков, разметки, ограждений.

Реконструкция автомобильной дороги позволяет увеличить пропускную способность дороги, повысить скорость движения автомобилей и обеспечить безопасность движения. Реконструкцию автомобильной дороги выполняют комплексно для плана, продольного и поперечного профилей. Улучшение типа покрытия без улучшения конструкции земляного полотна в плане и продольном профиле ведет к росту дорожно-транспортных происшествий из-за увеличения скорости движения. Все элементы конструкции земляного полотна должны быть реконструированы на категорию выше, чем существующая дорога.

Прогнозирование интенсивности движения. Прогнозирование интенсивности движения при реконструкции автомобильной дороги сводится к определению пропускной способности дороги. Выявляют участки дороги с пониженной пропускной способностью, на которых возникают заторы и уменьшается скорость движения. Пропускная способность на существующей дороге зависит от большого количества факторов: состава потока автомобилей, ширины проезжей части, продольного уклона, радиуса кривых в плане, расстояния видимости. Изменения данных факторов приводят к значительному колебанию пропускной способности. Отсутствие средств регулирования движения влияет на изменение скорости и безопасности движения. Органы дорожной службы проводят учет количества автомобилей, проходящих через контрольные пункты, где установлены автоматические счетчики. По стандарту СТ РК 1378-2005 «Дороги автомобильные. Учет интенсивности движения» учет интенсивности движения на автомобильных дорогах необходимо проводить не реже одного раза в квартал в один из трех рабочих дней недели (вторник, среда, четверг). При необходимости получения дополнительных данных, учет интенсивности движения проводится непрерывно в течение 168 часов (недельный цикл). Эти наблюдения дают возможность построить линейный график изменения пропускной способности автомобильной дороги на каждом участке [13].

Перспективную интенсивность движения определяют на основании материалов экономических изысканий и данных фактического учета за последние 10-15 лет. Динамику роста интенсивности движения по годам в зависимости от интенсивности движения начального периода определяют по закону линейной зависимости:

$$N_t = N_1(1 + bt) \quad (1.1)$$

где N_t – интенсивность движения в расчетный год через t лет;

N_1 – интенсивность движения в начальный год;

b – прирост интенсивности движения в долях, от начальной интенсивности.

В тех случаях, когда темпы роста интенсивности изменяются ежегодно в течение расчетного периода, перспективную интенсивность движения определяют по закону геометрической прогрессии

$$N_t = N_1(1 + \rho/100)^{t-1} = N_1g^{t-1} \quad (1.2)$$

где ρ – средний процент ежегодного прироста интенсивности движения, установленный за период 10-15 лет;

t – число лет до конца перспективы;

g – коэффициент ежегодного роста интенсивности движения.

Рост интенсивности движения во многом зависит от развития народного хозяйства в данном экономическом районе. На дорогах сельскохозяйственных районов ежегодный процент прироста интенсивности движения характеризуется линейной зависимостью и увеличивается равномерно. При быстром хозяйственном развитии региона, когда интенсивность движения резко возрастает, перспективную интенсивность определяют по кривой геометрической прогрессии.

В процессе проведения изысканий на дороге выполняют измерение скоростей движения автомобилей. Строят графики скорости движения одиночного автомобиля и потока автомобилей. Анализ графиков позволяет решить вопросы по установке ограждений, предупредительных знаков, наметить мероприятия по разделению транспортных потоков на группы.

Особенности изысканий при реконструкции и капитальном ремонте дорог. Для составления проекта реконструкции дороги проводят подробные изыскания существующей дороги. После изучения документов экономических изысканий, основанных на результатах реальных расчетов интенсивности движения, регистрации дорожно-транспортных происшествий, и анализа состояния дорожной одежды и земляного полотна составляют график проведения полевых изыскательских работ [15].

Состав изыскательской партии при реконструкции автомобильной дороги такой же, как и при изысканиях новых дорог, но дополнительно включают специалиста по обследованию и оценке существующих инженерных сооружений, зданий, строений, которые возможно, подлежат сносу или переносу на новое место. Особое внимание уделяют соблюдению правил техники безопасности, поскольку работы выполняют без снятия движения по существующей дороге.

До начала полевых работ намечают участки, подлежащие перестройке, согласно новым условиям, СНиП 3.03-09-2006 «Автомобильные дороги», (с изменениями по состоянию на 22.04.2014г.). Если элементы дороги соответствуют условиям СНиПа в плане и продольном профиле, то стараются сохранить данные участки с небольшими конструктивными изменениями; в противном случае – прокладывают вариант трассы по новому направлению. При этом участок существующей дороги может быть разобран

или сохранен для устройства площадки отдыха, мест хранения каменных материалов и для других хозяйственных целей, например для складирования минеральных удобрений [1].

При реконструкции дороги в плане и продольном профиле возникает ряд трудностей с перестройкой дорожной одежды. При устранении извилистости в плане многие участки старой дороги становятся бросовыми, поэтому если материалы дорожной одежды достаточно прочны, их нужно разобрать и применить в новой конструкции дорожной одежды. Некоторые участки старой дороги можно проектировать как площадки для остановки автомобилей или автобусные остановки.

При проектировании дороги по существующей проезжей части могут быть рассмотрены несколько вариантов: сохранение конструкций дорожной одежды с последующим усилением и односторонним уширением земляного полотна и дорожной одежды, что применимо на достаточно высоких насыпях и на отдельных участках выемок; улучшение водно – теплового режима существующего земляного полотна, его осушение при помощи организации поверхностного водоотвода и устранения пучинообразования при условии усиления дорожной одежды. Первый вариант позволяет не прерывать движение по существующей дороге в процессе строительства дороги, для второго варианта требуется объездная дорога.

После завершения технических изысканий для реконструкции автомобильных дорог составляют документы, по которым можно выполнить рабочий проект дороги: ведомость существующих искусственных сооружений с объемами работ, связанных с ремонтом и реконструкцией труб, малых мостов и других сооружений; ведомость промеров толщины дорожной одежды с конкретной привязкой к длине дороги, на основании которой строят график промеров толщины, ведомость существующих зданий и сооружений, обстановки дороги. Все документы полевых работ оформляют так же, как и при изыскании новых дорог. Только проектный материал накладывают не на поверхность земли, а на поверхность существующей дороги.

1.1.4 Изыскание аэродромных площадок

Требования к участкам и нормы для проектирования аэродромов. При выборе участка для строительства аэродрома целью изыскательских работ является отыскание наивыгоднейшего расположения аэродрома в заданном районе при минимальных объемах работ по освоению участка и при максимальных удобствах строительства и последующей эксплуатации аэродрома.

Если гидрогеологические, почвенно-грунтовые и прочие условия заданного для размещения аэродрома района допускают работы авиации в осенне-весенние периоды с дернового покрова лётного поля. В течение продолжительного времени, по согласованию с командованием выбор аэродрома следует производить с расчётом устройства на нем искусственных покрытий для взлётно-посадочных полос (ВПП), рулёжных дорожек (РД) и

мест стоянок самолётов (МС). В последнем случае необходимо соблюдение ряда дополнительных требований к участку [14].

Общие требования к участкам для аэродромов. Площадь участка для строительства аэродрома должна быть достаточна для размещения лётного поля, полосы подходов, всех зданий и сооружений авиагородка (казарм, жилых домов, производственно-складских зданий земляночного, упрощённого или капитального типа).

Площадь лётного поля с полосой подходов, в зависимости от конфигурации и размеров, может колебаться ориентировочно от 150 до 400 га; площадь участка застройки – от 10 до 40 га.

В целях соблюдения нормальных условий эксплуатации и мер безопасности аэродромы должны быть удалены:

а) от линий электропередач высокого напряжения, при направлении линий вдоль возможных взлётов и посадок самолётов или с закрытой местности вне зависимости от направления линий – не менее чем на 1 км;

б) при направлении линии электропередачи, пересекающемся с направлением возможных взлётов и посадок самолётов, при расположении их в открытой местности – не менее чем на 4 км;

в) от складов боеприпасов центрального или окружного значения – не менее чем на 5 км;

г) от складов боеприпасов армейского значения и меньших - не менее чем на 3 км;

д) от железнодорожных станций, разъездов, магистральных железнодорожных линий – не менее чем на 0,6 км;

е) от высоких зданий и сооружений.

При невозможности удалить территорию аэродрома на указанные расстояния и при отсутствии лучшего участка вопрос о допустимом уменьшении указанных разрывов разрешается в соответствующих инстанциях [14].

Участки должны быть, по возможности, удалены от резко заметных ориентиров (характерных изгибов реки, больших мостов, пересечений железных дорог и т. д.).

При необходимости строительства авиагородков территорию для них следует отводить, возможно, ближе к населённым пунктам при удалении последних от аэродромов не свыше 4 км. При необходимости размещения авиагородков вблизи аэродромов территорию для них необходимо выбирать в стороне от направлений господствующих ветров с тем, чтобы взлёт и посадка самолётов при господствующих ветрах не производились над сооружениями.

Требования к рельефу лётного поля и полосы подходов. Поверхность лётного поля и полосы подходов после производства земляных и планировочных работ должна отвечать техническим требованиям к рельефу, Обеспечивающим нормальную эксплуатацию, как лётного поля, так и полосы подходов современными самолётами.

Для лётных полей должны выбираться участки, освоение которых не

приведет к значительным земляным и планировочным работам. Небольшой объём планировочных работ существенен при незначительной мощности растительного (гумусового) горизонта, а также при наличии достаточно удовлетворительной дернины.

Требованиями, определяющими, допустимость использования участка для лётного поля и полосы подходов, являются:

- а) отсутствие уклонов поверхности, превышающих максимально допустимые их значения;
- б) наличие уклонов, обеспечивающих сток поверхностных вод (это требование может отпасть при наличии хорошо фильтрующих почво-грунтов или благоприятных климатических факторов).

Наибольшим уклоном поверхности лётного поля в направлении взлётов и посадок самолётов следует считать 0,02‰.

Наименьшие уклоны поверхности лётного поля определяются условиями сброса поверхностных вод с территории поля; эти условия зависят от климатических и почвенно-грунтовых свойств проектируемого аэродрома.

В районах недостаточного увлажнения (засушливых) или при хорошо фильтрующих почво-грунтах уклоны поверхности могут отсутствовать; в районах же нормального или избыточного увлажнения, при слабо фильтрующих почво-грунтах, минимальными уклонами поверхности лётного поля следует считать $0,005\%$.

В исключительных случаях, в целях избежать значительного увеличения объёма земляных работ или нарушения существующего дернового покрова на большой площади, допускаются уклоны и менее $0,005\%$. При этом для неблагоприятных грунтовых и климатических условий в случаях уклонов менее 0,003 необходимо, как правило, проведение осушительных мероприятий. Исключением из этого правила являются водораздельные участки, на которых осушительные мероприятия не требуются [15].

Очертание поверхности лётного поля в вертикальной плоскости определяется минимально допустимым радиусом кривизны, величина которого устанавливается техническими условиями и в отечественной практике проектирования аэродромов обычно принималась равной 8000 м.

Радиус кривизны определяет, в свою очередь, величину наибольшего допустимого изменения уклонов поверхности на смежных участках (пикетах) лётного поля.

Для радиуса кривизны поверхности в 8000м наибольшая алгебраическая разность смежных уклонов допускается:

- а) при проектировании нивелировочной отметке размером 40×40 м – 0,005;
- б) то же при сетке 20×20 м – 0,0025.

В случаях, когда изменения уклонов не являются последовательными, а распространяются лишь на отдельно расположенные пикеты, для указанного выше радиуса кривизны поверхности 8000м наибольшими допустимыми изменениями уклонов на смежных пикетах соответственно следует считать:

при проектировании по нивелировочной сетке размером 40×40 м – 0,0075 – 0,008 и размером 20×20 м – 0,004. Эти пониженные требования принимаются при проектировании лётных полей с хорошим состоянием существующего дернового покрова, уничтожение которого в процессе производства планировочных работ крайне нежелательно.

В направлениях лётных полей, из-за ограниченного их протяжения не могут быть использованы для взлёта и посадки самолётов, наибольшими допустимыми уклонами следует считать 0,025, а допустимые изменения уклонов на смежных пикетах вдоль таких направлений могут быть увеличены в 1,5 раза по сравнению с указанными выше величинами для основного лётного поля [4].

К направлениям с ограниченным протяжением относятся:

а) при полосной форме лётного поля – направления, перпендикулярные к продольным осям полос; при этом в указанных направлениях пониженные требования к наибольшим уклонам применяются лишь по длине крайних третьих полос;

б) при многоугольной форме лётного поля – направления, перпендикулярные к биссектрисам углов, образованных границами лётного поля; длины биссектрис, в пределах которых допустимы повышенные уклоны и изменения их, зависят от величины углов;

в) при круглой форме лётного поля – направления, перпендикулярные к радиусу лётного поля, в пределах внешнего кольца, ограниченного по ширине 0,2 радиуса лётного поля.

Для правильного решения вопроса о необходимости, планировочных работ, а также при производстве земляных работ на лётном поле, весьма важное, значение, имеет микрорельеф поверхности, который должен удовлетворять следующему основному требованию: неровности поверхности относительно прямой, соединяющей две любые точки поля, отстоящие друг от друга на 10 м, не должны превышать +10 см.

Безопасность руления самолётов от их стоянок на старт и после к местам стоянок обеспечивается сравнительно пониженными требованиями к рельефу полосы подходов.

Наибольший допустимый уклон поверхности полосы подходов принимается равным – 0,035‰.

Наименьший радиус кривизны поверхности полосы подходов снижается по сравнению с наименьшим радиусом поверхности лётного поля в 1,5 раза, и соответственно наибольшие изменения уклонов на смежных пикетах нивелировочной сетки увеличиваются в 1,5 раза.

В целях обеспечения беспрепятственного взлета самолётов непосредственно с мест стоянок к поверхности полосы подходов, при примыкании к ней мест стоянок самолётов, предъявляются требования, аналогичные требованиям к поверхности лётного поля [15].

Требования к почво – грунтам и гидрогеологии лётных полей. Основные свойства, которыми должны обладать почво-грунты лётных полей, следующие:

а) достаточная прочность в состоянии естественной влажности и возможно малая потеря сцепления в случаях увлажнения атмосферными осадками (это требование относится к под горизонтам A0, A1, A2 и Vi, особенно к последнему, который является основанием для горизонта A и определяет его устойчивость под нагрузками от колёс самолёта);

б) отсутствие значительной вязкости и липкости при увлажнении;

в) хорошая дренирующая способность естественного основания горизонта A (особенно в переходных подгорizontах A2 и Vi) при достаточной мощности (12-25 см) подгорizontов A0 и A1;

г) слабая способность к пучению;

д) малая пылимость грунта;

е) возможность быстрого развития дернового покрова достаточной прочности и мощности.

Наилучшими для покровных пластов являются почвы-грунты со следующим гранулометрическим составом (оптимальные смеси):

- глинистые фракции (мельче 0,005 мм), 8 - 5%;
- пылеватые (0,05-0,005 мм), 20 - 35%;
- песчаные (2,00-0,05 мм), ЕО – 72%.

Хорошими для покровных пластов считаются грунты с числом пластичности по Аттербергу от 5 до 15.

Этим требованиям применительно к приведенной ниже классификации грунтов удовлетворяют: супеси (не пылеватые), лёгкие и средние суглинки (не пылеватые).

Наилучшее дренирование горизонта A обеспечивается наличием в горизонте B песчаных грунтов при мощности подгорizontа Vi не менее 50м.

Внешними признаками хороших почвогрунтовых условий для лётного поля являются:

а) малое пылеобразование (по наблюдениям в сухое время года над пахотой, полевыми и просёлочными дорогами);

б) отсутствие заметных на – глаз следов (вмятин) от прохождения в сухое время года гружёной повозки непосредственно по – дерновому покрову; в самое сырое время года колеи на полевых дорогах не должны быть больше 7 см;

в) средне выраженная структура почво – грунтов как по размерам, так и по форме (грунты со средней и мелкокомковатой структурой); грунты с резко выраженной структурой и с большими размерами структурных элементов для лётных полей нежелательны; при увлажнении такие грунты обычно приобретают повышенную вязкость и липкость; а при высыхании – твёрдость и сильную трещиноватость.

1.2 Основы гидравлики

1.2.1 Основы гидростатики

Гидростатика – раздел гидравлики, в котором изучают законы покоящейся жидкости и практическое применение этих законов при расчетах искусственных сооружений.

Все частицы жидкости испытывают действие вышележащих частиц, а также внешних сил (массовых и поверхностных), действующих на поверхности жидкости.

Массовыми являются силы, пропорциональные массе жидкости: сила тяжести и инерционные силы. Жидкость, помещенная в резервуар, оказывает давление, как на его стенки, так и на дно. Это давление зависит от плотности жидкости и места нахождения рассматриваемой точки. Так, вода и ртуть при одинаковых условиях будут оказывать разное давление на стенки сосудов, а частицы жидкости, находящиеся внизу, будут сжиматься сильнее, чем верхние [5].

Поверхностными силами являются силы давления на свободной поверхности – атмосферное давление или внешнее давление (если жидкость находится в замкнутом сосуде).

В результате действия внешних сил внутри жидкости возникает напряжение, называемое *гидростатическим давлением* p в данной точке покоящейся жидкости.

Гидростатическое давление обладает двумя свойствами:

1. Гидростатическое давление действует нормально к площадке действия и является сжимающим, т. е. направлено внутрь объема жидкости.
2. Гидростатическое давление в любой точке жидкости действует одинаково по всем направлениям.

Гидростатическое давление на плоские поверхности строительных конструкций. При проектировании искусственных сооружений необходимо определять давление воды на плоские и цилиндрические поверхности.

В дорожном строительстве рассчитывают давление воды на шпунтовые ограждения, применяемые при строительстве фундаментов мостов. *Шпунтовое ограждение* удерживает давление грунта и давление воды выше дна реки. Шпунтовые перемычки применяют при строительстве стенок набережных в крупных городах, опор устоев. Перемычки бывают грунтовые, деревянные, из металлического шпунта. В некоторых случаях возникает необходимость строительства дамбы для удержания воды, по гребню которой прокладывают автомобильную дорогу [15].

При определении давления жидкости на плоские поверхности различных конструкций считают, что сила гидростатического давления, действующая на плоскую фигуру, направлена по отношению к стенке нормально.

1.2.2 Основы гидродинамики

Гидродинамика изучает законы движения жидкости и ее взаимодействие с неподвижными и подвижными поверхностями. По законам гидравлики изучают движение воды в каналах, ручьях, реках, движение воды через водослив, в трубах, в порах грунта.

Состояние жидкости в покое определяется лишь гидростатическим давлением, ее состояние в движении характеризуется еще и скоростью

движения частиц. Совокупность движения частиц жидкости в русле, ограниченном твердыми стенками, называется *потоком жидкости*.

Различают *установившееся* и *неустановившееся* движение потока жидкостей. Если при движении потока жидкости в каждой точке основные характеристики движения (давление и скорость) будут оставаться неизменными в течение времени, то такое движение называется *установившимся*, или стационарным. В качестве примеров установившегося движения можно привести движение воды в каналах, реках между паводками, водопроводных трубах при постоянном расходе, истечение жидкости из отверстия в стенке или дне сосуда, когда уровень жидкости в этом сосуде все время поддерживается постоянным [8].

При *неустановившемся* движении скорость каждой точки жидкости изменяется с течением времени, поэтому изменяются расход и давление жидкости. Примеры этого вида движения – истечение из отверстия резервуара, движение воды в реках в паводок или во время выпадения интенсивных осадков.

В природе наблюдается неустановившееся движение жидкости, так как русла рек имеют различную ширину и переменную глубину, поэтому возникают трудности при теоретических расчетах. Для упрощения расчетов в гидродинамике вводится понятие плавно изменяющегося движения, при котором жидкость движется с небольшим углом расхождения, т.е. прямолинейными параллельными струйками. Это означает, что поперечное сечение потока жидкости расположено перпендикулярно движению воды.

Установившееся движение может быть равномерным и неравномерным.

При *равномерном* движении (рисунок 1.1 а) скорости движения воды и поперечные сечения потока в двух смежных сечениях $I - I$ и $II - II$ одинаковы. Глубина потока имеет постоянное значение. Эпюры скоростей для всех сечений потока имеют одинаковую площадь и форму. Примерами такого движения могут быть движения воды в водопроводных трубах, в призматических каналах с постоянной глубиной наполнения.

При *неравномерном* движении (рисунок 1.1 б) по длине потока глубины скорости течения воды меняются, то есть, изменяет свои размеры и живое сечение потока жидкости. Эпюры скоростей по длине потока имеют различную форму и площадь. Примерами такого движения могут быть движения воды на быстротоках, в открытых естественных руслах, на участках расположения мостов и труб. Перед искусственными сооружениями создается напор воды в результате уменьшения живого сечения водотока. На выходе из искусственного сооружения поток растекается и устанавливается обычная бытовая глубина для нестесненных условий [14].

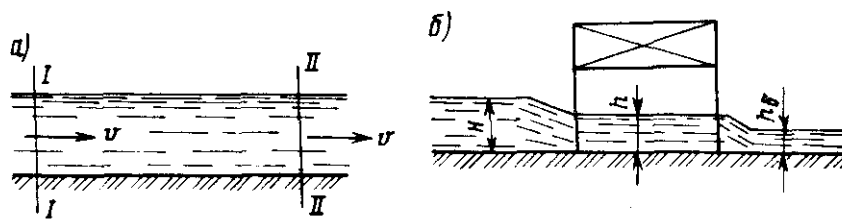


Рисунок 1.1 - Схема установившегося движения жидкости

В зависимости от характера сил, действующих на жидкость и приводящих ее в движение, потоки делятся на *напорные* и *безнапорные*. *Напорные потоки* – потоки, в которых все поперечное сечение заполнено жидкостью. Движение осуществляется за счет силы тяжести (массовых сил) перемещающейся жидкости, а также за счет давления. Примерами напорного движения могут служить движения воды в напорных водопроводных трубах, в водопропускных трубах под автомобильной дорогой.

В *безнапорных потоках* имеется свободная поверхность, связанная с атмосферой воздушной среды. Движение осуществляется только за счет силы тяжести перемещающейся жидкости. Примерами безнапорного движения могут служить движения воды в ручьях, реках, каналах, канавах, трубах, работающих неполным сечением.

Площадью живого сечения, или *живым сечением* потока, называют площадь сечения потока, расположенную перпендикулярно направлению движения жидкости, то есть, скорость движения элементарных струек направлена перпендикулярно сечению потока. Площадь живого сечения обозначается через ω (в м^2).

Смоченным периметром λ называется линия, по которой поток в поперечном сечении соприкасается с твердыми стенками русла. Для случая напорного движения смоченный периметр в круглой трубе совпадает с его геометрическим периметром и будет равен $\lambda = \pi D$.

Гидравлическим радиусом называется отношение площади живого сечения потока к смоченному периметру, то есть, $R = \omega / \lambda$.

Расход потока и его средняя скорость в гидродинамике являются важными характеристиками.

Расходом потока называют количество жидкости, протекающей через данное сечение потока в единицу времени [3].

В дорожном строительстве приходится иметь дело главным образом с объемным расходом жидкости. Расход жидкости равен произведению средней скорости течения в поперечном сечении на его площадь, $Q = v\omega$.

1.2.3 Понятие о водосливах

Стенка, перегораживающая поток и обеспечивающая перелив воды через ее гребень, называется *водосливом*.

Часть потока, расположенная выше водослива, называется *верхним бьефом*, а ниже его – *нижним бьефом*.

Размеры самого водослива характеризуются шириной b и длиной водослива C .

По очертанию поперечного профиля водосливной стенки водосливы подразделяются: на водосливы с тонкой стенкой, имеющей острую кромку; практического профиля; с широким порогом.

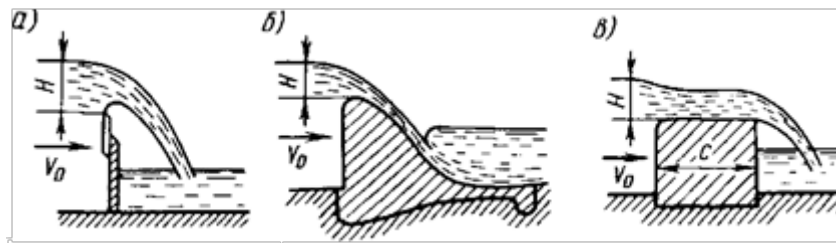


Рисунок 1.2 - Виды водосливов

При водосливе с тонкой стенкой (рисунок 1.2 а) струя воды, переливающейся через водосливную стенку, формируется под действием только верхнего бьефа. В зависимости от формы водосливного отверстия водосливы подразделяются на *прямоугольные, треугольные, трапецеидальные и криволинейные*.

Водосливы практического профиля (рисунок 1.2 б) имеют криволинейное или полигональное очертание. Одна и та же водосливная стенка практического профиля в зависимости от величины напора H может работать как безвакуумная и как вакуумная. При увеличении напора струя воды стремится оторваться от сливной поверхности водослива, под струей возникает вакуум.

Водосливы с широким порогом (рисунок 1.2 в) представляют собой *горизонтальную* плоскость длиной C , через которую переливается вода.

По типу сопряжения струи с нижним рельефом водосливы делятся на *неподтопленные* и *подтопленные* [4].

Неподтопленный водослив с широким порогом характеризуется наличием двух перепадов свободной поверхности. Первый перепад возникает за счет стеснения потока снизу порогом водослива. Свободную поверхность воды в пределах длины водослива C считают горизонтальной, поэтому глубина воды на пороге водослива принимается постоянной. Второй перепад образуется за порогом водослива, где устанавливается бытовое течение воды.

Расход воды, переливающейся через водослив, определяют по формуле:

$$Q = \varepsilon * mb\sqrt{2gH^{3/2}} \quad (1.3)$$

где ε – коэффициент бокового сжатия струи;

m – коэффициент расхода; при отсутствии бокового сжатия ($\varepsilon = 1$) для прямоугольного порога $m = 0,32$.

Истечение воды через подтопленный водослив с широким порогом в

районе водослива может быть разбит на три отдельные части: подходную часть, в пределах которой возникает потеря напора, поток сжимается, скорость увеличивается; водослив средней части порога; выходную часть, в пределах которой наблюдается потеря напора на выходе, поток расширяется.

1.3 Проектирование автомобильных дорог

1.3.1 Стадии проектирования. Проект, рабочая документация, рабочий проект

С развитием народного хозяйства потребность в перевозках всеми видами транспорта и в частности, автомобильным увеличивается. Автомобильному транспорту принадлежит ведущее место в общем объеме перевозок грузов и пассажиров.

Для построения оптимальной сети дорог производят изыскания для определения потребностей в перевозках в соответствии с перспективными планами развития народного хозяйства и на перспективу срока службы дороги – обычно не менее чем на 15-20 лет.

Развитие сети автомобильных дорог осуществляют в *несколько этапов*.

На первом этапе определяют основные направления развития сети автомобильных дорог на перспективу, оценивают состояние существующих автомобильных дорог. Конечная цель – наметить перспективный план проектно-изыскательских работ в данном экономическом районе [3].

На втором этапе уточняют соответствие существующей сети дорог современному и перспективному развитию народного хозяйства в автомобильных перевозках. Разрабатывают технико – экономическое обоснование (ТЭО), определяют очередность строительства или реконструкции дорог, устанавливают оптимальное направление трассы дороги, размещение мостовых переходов, параметры дороги. ТЭО дает возможность разумного распределения и использования капитальных вложений на строительство автомобильной дороги.

На третьем этапе осуществляют систематический контроль, за работой и загрузкой существующих дорог, определяют интенсивность и состав движения на всех дорогах, данные о грузоперевозках и пассажирообороте.

Изыскание автомобильных дорог представляют собой исследование экономических, технических, природных и других условий, в которых будут выполнять строительство и эксплуатацию автомобильной дороги.

Проектирование автомобильных дорог общего пользования осуществляют в одну или две стадии. Стадийность разработки устанавливает заказчик в задании на проектирование в соответствии с ТЭО (технико-экономическое обоснование).

При проектировании в одну стадию составляют рабочий проект со сводным сметным расчетом стоимости строительства дороги. Такое проектирование применяют для несложных объектов местного значения, дорог небольшой протяженности, а также для предприятий, зданий и сооружений дорожного хозяйства, строительство которых будут

осуществлять по типовым и повторно применяемым проектам [15].

При проектировании в две стадии составляют проект со сводным сметным расчетом стоимости и рабочую документацию со сметами.

Рабочую документацию со сметами составляют на основе предпроектных технических изысканий. При этом дополнительно собирают данные, необходимые для улучшения, уточнения отдельных деталей проекта и привязки типовых проектов к местным условиям.

Проект дороги и рабочая документация, рабочий проект. Основой для составления проекта на строительство или реконструкцию автомобильной дороги являются материалы дорожно – экономических и инженерных изысканий. Проект автомобильных дорог составляют проектные организации и проектные отделы при дорожных организациях.

Проект должен дать окончательное решение вопросов о положении дороги на местности, конструкции земляного полотна и дорожной одежды с таким расчетом, чтобы в процессе эксплуатации автомобильной дороги в течение многих лет отвечала современным требованиям удобства и безопасности движения.

При составлении проекта выполняют следующие работы:

- оформляют план трассы после обоснования нескольких вариантов; назначают местоположение искусственных сооружений с последующим гидравлическим расчетом, составляют проекты всех водоотводных сооружений, оформляют продольный профиль с нанесением проектной линии;

- выполняют расчет устойчивости земляного полотна на косогорах, болотах, в пойменной части рек, определяют конструкцию земляного полотна, разрабатывают несколько вариантов конструкций дорожной одежды с привязкой к альбому типовых проектов;

- намечают источники получения дорожно-строительных материалов, определяют их объем, составляют схему притрассовых карьеров;

- решают вопросы сервиса, размещения зданий дорожной и автотранспортной служб, сооружений для обслуживания движения; намечают мероприятия по охране окружающей среды;

- разрабатывают мероприятия по зимнему содержанию дороги, размещению баз противогололедных материалов, установке щитов и устройству снегозащитных посадок; рассчитывают схемы размещения дорожно-строительных организаций вдоль дороги, определяют их мощность; строят линейный календарный график, где отражают сроки выполнения работ, потребность в материалах, машинах, трудовых ресурсах [1].

Сметную стоимость строительства определяют:

- по сметам, составленным по рабочим чертежам;
- укрупненным сметным нормативам;
- сметам к типовым и повторно применяемым специальным проектам.

Все эти расчеты сводят в единый сводный сметный расчет.

1.3.2 Проектирование дорожных одежд

Проектирование дорожной одежды и земляного полотна представляет собой единый процесс конструирования и расчета дорожной конструкции на прочность, морозоустойчивость, дренажную способность.

Дорожная одежда работает в сложных условиях, подвергаясь постоянному воздействию различных нагрузок от колес автомобиля, природных факторов, особенно в осенний период.

Конструирование дорожной одежды заключается в назначении типа покрытия, выборе материалов для устройства слоев дорожной одежды и размещении их в конструкции в такой последовательности, чтобы наилучшим образом проявились их прочностные и деформативные способности, в назначении количества слоев и их предварительной толщины. Разрабатывают несколько вариантов дорожной одежды с последующим их экономическим сравнением по приведенным затратам. Конструкцию дорожной одежды можно выбрать типовую или разработать вновь для данной дороги.

При многослойной конструкции необходимо соблюдать прочностные особенности материалов, укладывая более прочные материалы в верхние слои дорожной одежды. Материалы в конструкции дорожной одежды располагаются в порядке убывания прочности. Отношение модулей упругости смежных слоев не должно превышать 4-5.

В III дорожно-климатической зоне, где возможны процессы пучинообразования, необходимо вводить в конструкцию дорожной одежды изолирующие прослойки из щебня, высевок, крупно – и среднезернистого песка, которые выполняют роль морозозащитного, противозаиливающего и дренажного слоя. Водопроницаемость конструкции слоев должна возрастать к низу, чтобы обеспечить удаление воды из дорожной одежды.

Верхние слои покрытия рекомендуется устраивать жесткого и нежесткого типов. Рекомендации по применению типа покрытия зависят от состава движения и приведенной интенсивности. Выбор типа конструкции дорожной одежды выполняется согласно типовому проекту.

В нижних слоях укладывают обычно местный материал после его сортировки и дробления с укреплением при необходимости определенными дозами вяжущих [14].

Толщины конструктивных слоев назначают по типовому проекту исходя из прочности материалов. Толщину бетонных покрытий принимают не менее 24 – 22 см для дорог I категории, 22 – 20 см для II категории, 18 см для III – IV категорий. Однако толщину бетонных покрытий проверяют по расчету в зависимости от принятого основания, которое может быть выполнено из щебня, гравия, песка или песчано – гравийной смеси.

Нежесткие дорожные одежды проектируют из условия недопущения накопления остаточных деформаций. Независимо от результатов расчета на прочность толщину конструктивных слоев в уплотненном состоянии следует принимать не менее приведенных в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Минимальные толщины слоев дорожной одежды

Материалы покрытия и других слоев дорожной одежды	Толщина слоя, см
Асфальтобетон крупнозернистый	6
Асфальтобетон мелкозернистый	4
Асфальтобетон песчаный, в т.ч. холодный	3
Асфальтобетон щебеночно-мастичный	3
Щебеночные (гравийные) материалы, обработанные органическими вяжущими	8
Щебеночные и гравийные материалы, не обработанные вяжущими:	15
– на песчаном основании	
– на прочном основании (каменном или из укрепленного грунта)	8
Каменные материалы и грунты, обработанные органическими или смеси щебеночно – гравийно – песчаные и грунт, обработанные неорганическими вяжущими	10
Асфальтобетонный измельченный лом, обработанный медленно твердеющим вяжущим	8
Песок и гравийно – песчаная смесь на основании из грунта	15
Примечания:	
1. Толщину конструктивного слоя следует принимать во всех случаях не менее 1,5 размера наиболее крупной фракции применяемого в слое минерального материала.	
2. В случае укладки каменных материалов на глинистые и суглинистые грунты следует предусматривать прослойку толщиной не менее 10 см из песка, высевок, укрепленного грунта или других водостойчивых материалов.	

При выборе конструкции дорожной одежды следует предусматривать возможность стадийного повышения эксплуатационных качеств с учетом прироста движения в перспективе. Конструкция должна быть технологичной и предусматривать максимальную механизацию процессов, учитывать опыт службы дорог в районе проектирования [14].

При выборе материала для верхнего слоя основания учитывают категорию дороги и тип покрытия. Материалы, обработанные органическими вяжущими, обладают лучшими деформационными качествами, однако весьма чувствительны к высокой положительной температуре. На дорогах с тяжелым и скоростным движением основание нужно устраивать из укрепленных материалов. При применении щебеночных материалов они должны быть уложены по принципу *заклинки*. При применении грунтов, укрепленных цементом, и других материалов в основании дорожной одежды необходимо предусматривать мероприятия по устранению и развитию трещин, которые способствуют возникновению (копированию) трещин в покрытии.

Дорожные одежды автомобильных дорог рассчитывают с учетом состава и интенсивности перспективного движения. Перспективное движение считается на срок службы до капитального ремонта: для капитальных покрытий – 15 лет, для облегченных – 10 лет, переходных – 8 лет [11].

Давление колес автомобиля на дорожную одежду является основной нагрузкой, из которой исходят при расчете дорожных одежд.

Дорожная одежда современных автомобильных дорог должна быть запроектирована на определенную расчетную нагрузку, которую должны выдержать дорога и искусственные сооружения при движении по ним транспортных средств.

Нагрузки от автомобилей группы А учитывают при расчете дорожных одежд на дорогах I – III категорий. При проектировании дорог IV – V категорий принимают нагрузки от автомобилей группы Б.

Если в неблагоприятный период года по дорогам IV – V категорий предусматривают систематическое движение автомобилей группы А, в качестве расчетной могут принимать наибольшую осевую нагрузку от автомобиля группы.

Общие принципы конструирования дорожных одежд и расчетные нагрузки. Расчет нежестких дорожных одежд осуществляют по трем критериям: допускаемому упругому прогибу; сдвигу в подстилающем грунте и слабосвязных материалах конструктивных слоев; прочности слоев из монолитных материалов на растяжение при изгибе [14].

Для расчетов используют СП РК 3.03-104-2014 (утвержден и введен в действие с 1 июля 2015г) "Проектирование дорожных одежд нежесткого типа"[12].

Конструкция дорожной одежды удовлетворяет требованиям надежности и прочности по критерию упругого прогиба, если:

$$K_{\text{пр}} \leq \frac{E_p}{E_{\text{тр}}} \quad (1.4)$$

где E_p – расчетный модуль упругости конструкции дорожной одежды, МПа;
 $E_{\text{тр}}$ – требуемый модуль упругости с учетом интенсивности воздействия расчетной нагрузки, МПа.

Конструкция дорожной одежды удовлетворяет требованиям надежности и прочности по критерию сдвига, если:

$$K_{\text{пр}} \leq \frac{T_{\text{доп}}}{T_p} \quad (1.5)$$

где $T_{\text{доп}}$ – допускаемое напряжение сдвига в грунте, МПа;
 T_p – расчетное активное напряжение сдвига в грунте от действующей нагрузки, МПа.

Конструкция дорожной одежды удовлетворяет требованиям надежности и прочности по критерию растяжения при изгибе, если:

$$K_{\text{пр}} \leq \frac{R_N}{\sigma_r} \quad (1.6)$$

где R_N – предельное допустимое растягивающее напряжение в материале слоя с учетом усталостных явлений, МПа;

σ_r – расчетное наибольшее растягивающее напряжение в материале слоя, МПа.

Дорожная одежда должна быть рассчитана с учетом надежности, когда конструкция работает безотказно до капитального ремонта. Отношение протяженности прочных, не требующих капитального ремонта конструкций дорожной одежды к общей протяженности участка представляет собой уровень надежности K_n . Допустимый уровень надежности K_n , определяющий минимальный коэффициент прочности $K_{пр}$, которая должна иметь к концу срока службы между капитальными ремонтами, нормирована в зависимости от категории дороги и типа покрытия (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Коэффициенты приведения надежности и прочности

Тип одежды и покрытия	Категория дороги	K_n	$K_{пр}$
1. Дорожные одежды капитального типа с усовершенствованным покрытием	I, II, IIIп, Ic, III, IVп, IIc	0,95 0,90	1,0 0,94
2. Дорожные одежды облегченного типа с усовершенствованным покрытием	II, IV, IVп, IIc	0,85	0,90
3. Дорожные одежды переходного типа	IV, V, IIc, IIIc	0,60	0,63

Основой для назначения конструкции и расчета на прочность дорожной одежды является перспективная приведенная интенсивность движения. Интенсивность считается приведенной, когда весь состав различных марок автомобилей, движущихся по дороге, приводится при помощи коэффициентов к расчетным нагрузкам от автомобиля, установленным для группы А или Б.

Согласно экономическим изысканиям перспективную интенсивность движения устанавливают на перспективу 20 лет. Для перевода перспективной интенсивности N_{20} к интенсивности на срок службы дорожной одежды N_m (в зависимости от типа покрытия он составляет 8, 10, 15 лет) необходимо применить коэффициент m , который равен отношению интенсивности данного года к интенсивности первого года эксплуатации и назначается в зависимости от ежегодного роста интенсивности движения.

Интенсивность на срок службы дорожной одежды:

$$N_m = N(8, 10, 15) = \frac{N_{20}}{m_{20}} \times m(8, 10, 15) \quad (1.7)$$

При расчете дорожной одежды на прочность учитывают движение

автомобилей различных марок в двух направлениях, но необходимо перевести интенсивность движения к расчетной нагрузке и в расчете на одну полосу проезжей части по формуле:

$$N_p = k_{\text{пол}} \sum_{m=1}^n N_m r k_{\text{прив}} \quad (1.8)$$

где $k_{\text{пол}}$ – коэффициент, учитывающий число полос движения и распределение движения по ним (для дорог с одной полосой движения $k_{\text{пол}} = 1$, с двумя полосами $k_{\text{пол}} = 0,55$, с тремя полосами $k_{\text{пол}} = 0,50$; с четырьмя полосами $k_{\text{пол}} = 0,35$),

N_m – общее число различных марок транспортных средств в составе потока;
 r – процентное содержание автомобилей различных марок в общем составе движения;

$k_{\text{прив}}$ – коэффициент приведения для определенной марки автомобиля.

На прогиб дорожных одежд влияет и нагрузка от соседних колес, так как волны прогиба покрытия часто перекрываются. Это обстоятельство приходится учитывать при расчетах дорожных одежд на пропуск трейлеров и трехосных автомобилей [1].

Расчет дорожных одежд по допускаемому упругому прогибу. Прочность дорожной одежды под действием расчетного автомобиля можно оценить по общему модулю упругости. Дорожную одежду конструируют таким образом, чтобы на ее поверхности был обеспечен общий модуль упругости, равный расчетному:

$$E_{\text{общ}} = E_p = E_{\text{тр}} \times K_{\text{пр}} \quad (1.9)$$

Требуемый модуль упругости определяется в зависимости от расчетного суммарного количества приложений расчетной нагрузки за срок службы конструкции дорожной одежды:

$$E_{\text{тр}} = A + B(\log \sum N_p - C) \quad (1.10)$$

где A , B и C – параметры уравнения, равные $A=120$ МПа; $B=74$ МПа; для нагрузок A_1 , A_2 , A_3 , соответственно $C=4,5$; $C=4,3$ $C=4,0$ $\sum N_p$ – расчетное суммарное количество приложений расчетной нагрузки, авт/сут (определяется по формуле (1.8) при $N_p \geq 10$ ед./сут).

Для дорог V дорожно – климатической зоны (ДКЗ) требуемые модули упругости следует уменьшить на 15%. Причем уменьшение должно осуществляться дискретно: при удалении от границы с IV ДКЗ на каждые 10 км – 1%, т.е. при удалении на 150 км и более уменьшение $E_{\text{тр}}$ составит 15%.

Для выполнения расчета по критерию упругого прогиба по формуле (1.9) определяют общий модуль упругости $E_{\text{общ}}$. Независимо от результата, полученного по формуле (1.9), общий модуль упругости должен быть не менее указанного в таблице 1.3.

Общий модуль упругости дорожной одежды, рассчитанный для нагрузки группы A_3 , независимо от результатов расчета, должен быть не менее 230 МПа.

Таблица 1.3 – Минимальные значения общего модуля упругости

Категория дороги	Минимальный требуемый модуль упругости дорожной одежды, МПа		
	капитального типа	облегченного типа	переходного типа
I	230	—	—
II	220	—	—
III	180	160	—
IV	—	130	90
V	—	100	80

Общая толщина верхних слоев из материалов, содержащих органическое вяжущее, назначается ориентировочно в зависимости от общего модуля упругости, рассчитанного по формуле (1.9):

Таблица 1.4 – Общий модуль упругости

Общий модуль упругости, МПа	до 125	125 – 180	180 – 220	220 – 250	Свыше 250
Толщина слоя, см	4 – 6	6 – 8	8 – 10	10 – 13	13 – 16

Для дорожных одежд, рассчитанных на осевую нагрузку группы A_3 , следует предусматривать двухслойное асфальтобетонное покрытие общей толщиной не менее 15 см на основании, укрепленном органическими или неорганическими.

Обязательным является как минимум двухслойное основание. Верхний слой основания должен быть укреплен органическими, либо неорганическими или бесцементными вяжущими (золы уноса, шлаки). При этом толщина верхнего слоя основания, укрепленного вяжущим материалом, независимо от результатов расчета должна быть не менее:

- 12 см – слой, укрепленные органическими вяжущими;
- 20 см – слой, укрепленные неорганическими вяжущими, в т.ч. зольными, шлаковыми и бокситовыми вяжущими [16].

Послойный расчет дорожной одежды выполняют с использованием номограммы которая связывает пять параметров двухслойной системы (см. приложение – 2 а): отношение E_2/E_1 ; отношение h/D и отношение $E_{общ}/E_1$, где E_1 – модуль упругости материала верхнего слоя, МПа; E_2 – модуль упругости

на поверхности нижнего слоя, МПа; h – толщина верхнего слоя, см; D – расчетный диаметр круга отпечатка сдвоенных колес расчетного автомобиля (таблица 1.5), см; $E_{общ}$ – общий модуль упругости на поверхности верхнего слоя, МПа.

Расчетные параметры по группам расчетной нагрузки представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Расчетные параметры нагрузки

Группа расчетной нагрузки	Нормативная статическая нагрузка, кН на ось	Нормативная нагрузка, передаваемая дорожной одежде колесом автомобиля, кН		Расчетные параметры нагрузки	
		неподвижного $Q_{расч.}$	движущегося $Q_{расч.}$	среднее расчетное удельное давление колеса на покрытие P , МПа	расчетный диаметр следа колеса автомобиля D , см
A_1	100	50	65	0,60	37/33
A_2	110	55	71,5	0,60	39/34
A_3	130	65	84,5	0,60	42/37
Примечание - Над чертой - для движущегося колеса, под чертой - для неподвижного.					

Зная значения любых четырех параметров, можно определить пятый.

Послойный расчет многослойной конструкции можно вести снизу вверх, начиная с подстилающего грунта, когда необходимо определить общий модуль упругости конструкции или сверху вниз, когда задан требуемый модуль и коэффициент прочности $K_{пр}$ дорожной одежды.

Для определения $E_{общ}$ на номограмме проводится вертикаль из точки на горизонтальной оси, соответствующей значению h/D , и горизонтальная прямая из точки на вертикальной оси, соответствующей отношению E_2/E_1 . Точка пересечения этих прямых дает искомое значение $E_{общ}/E_1$. Зная величину E_i нетрудно вычислить $E_{общ}$.

Общий модуль упругости оценивает дорожную одежду как одно или многослойную конструкцию, которая при приложении расчетной нагрузки имеет одинаковое значение деформации. Общий модуль упругости установлен на основании многочисленных экспериментов по испытаниям дорожной одежды пробными нагрузками и анализа причин разрушения слоев дорожной одежды. Осадка и сжатие отдельных слоев многослойной конструкции под действием расчетной нагрузки зависят от толщины слоя и прочности материала, соотношения модулей упругости смежных слоев дорожной одежды [9].

Конструкция дорожной одежды удовлетворяет требованиям надежности и прочности по критерию упругого прогиба, если:

$$K_{\text{пр}} \leq E_{\text{общ}}/E_{\text{тр}} \quad (1.11)$$

где $K_{\text{пр}}$ – коэффициент прочности в зависимости от допустимого уровня надежности;

$E_{\text{тр}}$ – требуемый модуль упругости с учетом типа покрытия и приведенной расчетной интенсивности движения N_p .

Если выбранная конструкция удовлетворяет требованиям, то по формуле (1.11) необходимо рассчитать расчетные характеристики грунтов.

Расчетную влажность грунта W_p определяют по формуле:

$$W_p = \bar{W} \times (1 + 0.1 \times t) \quad (1.12)$$

где $\bar{W}$ – среднее многолетнее значение относительной (доли от границы текучести) влажности грунта (таблица 1.6) в наиболее неблагоприятный (весенний) период года в рабочем слое земляного полотна на дорогах с усовершенствованными покрытиями и традиционными основаниями дорожных одежд (щебень, гравий и т.п.) в зависимости от дорожно-климатической зоны, схемы увлажнения земляного полотна и типа грунта;

t – коэффициент нормированного отклонения, принимаемый в зависимости от требуемого уровня надежности по таблице 1.7.

Таблица 1.6 – Среднее значение влажности

Дорожно-климатическая зона	Схема увлажнения рабочего слоя земляного полотна	Среднее значение влажности $\bar{W}$, доли W_m грунта			
		супеси песчанистой	песка пылеватого	суглинка легкого песчанистого, тяжелого песчанистого, глины	супеси пылеватой, суглинка легкого пылеватого, тяжелого пылеватого
III	1	0,55	0,57	0,60	0,63
	2 – 3	0,59	0,61	0,63	0,67
IV	1	0,53	0,55	0,57	0,60
	2 – 3	0,57	0,58	0,60	0,64
V	1	0,52	0,53	0,54	0,57
	2 – 3	0,55	0,56	0,57	0,60
Примечание - Указанными значениями $\bar{W}$ можно пользоваться только при обеспечении требуемого возвышения поверхности покрытия в соответствии со СНиП РК 3.03-09. Для участков, где данное требование не обеспечивается (например, в нулевых местах и в выемках с близким залеганием грунтовых вод) $\bar{W}$ назначается по данным прогнозов, но не менее чем на 0,03 больше значений, приведенных выше в таблице.					

Таблица 1.7 – Коэффициенты нормированного отклонения

Уровень проектной надежности K_n	0,60	0,85	0,90	0,95
Коэффициент t нормированного отклонения	0,26	1,06	1,32	1,71

Рекомендуемые расчетные значения сдвиговых характеристик грунтов и песков представлены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Расчетные значения сдвиговых характеристик глинистых грунтов в зависимости от расчетного числа приложений расчетной нагрузки и расчетной относительной влажности

Грунт	Обозначения	Ед. изм.	Расчетные значения характеристик при влажности грунта, доли от W_m									
			0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95
Супесь песчанистая	$E_{гр}$	МПа	70	60	56	53	49	45	43	42	41	40
	$\phi_{гр}$	град	37	36	36	36	35	35	34	34	33	33
	$C_{гр}$	МПа	0,015	0,014	0,014	0,013	0,012	0,011	0,010	0,009	0,008	0,007
Песок пылеватый	$E_{гр}$	МПа	96	90	84	78	72	66	60	54	48	43
	$\phi_{гр}$	град	38	38	37	37	36	35	34	33	32	31
	$C_{гр}$	МПа	0,026	0,24	0,022	0,018	0,014	0,012	0,011	0,010	0,009	0,008
Суглинок легкий песчанистый, тяжелый песчанистый	$E_{гр}$	МПа	108	90	72	50	41	34	29	25	24	23
	$\phi_{гр}$	град	32	27	24	21	18	15	13	11	10	9
	$C_{гр}$	МПа	0,045	0,036	0,030	0,024	0,019	0,015	0,011	0,009	0,006	0,004
	$\phi_{гр}$	град	32	27	24	21	18	15	13	11	10	9
	$C_{гр}$	МПа	0,045	0,036	0,030	0,024	0,016	0,013	0,010	0,008	0,005	0,004

При расчете конструкций, в которых предусмотрены такие мероприятия, как устройство монолитных оснований дорожных одежд, водонепроницаемость обочин, совершенный дренаж, теплоизоляционные слои, полностью предотвращающие промерзание земляного полотна, и др., среднюю влажность по таблице 1.6 следует уменьшить на значения, указанные в таблице 1.9 [14].

Таблица 1.9 – Конструктивные мероприятия

Конструктивное мероприятие	Снижение средней влажности, в долях W_T , дорожно-климатических зонах		
	III	IV	V
Основания одежды или морозозащитные слои на границе раздела с грунтом земляного полотна из укрепленных материалов и грунтов на основе:			
- крупнообломочного грунта и песка	0,04	0,03	0,03
- супеси	0,05	0,05	0,04
- пылеватых песков и супесей, суглинка, зологрунтов	0,08	0,06	0,05
Укрепление обочин (не менее чем на 2-3 их ширины):			
- асфальтобетоном	0,04	0,03	0,02
- щебнем (гравием)	0,02	0,02	0,02
Дренаж с продольными трубчатыми дренами	0,03	-	-
Обеспечение безопасного расстояния от уреза застаивающейся воды до бровки земляного полотна	0,02	-	-
Устройство в земляном полотне гидроизоляционных прослоек из полимерных рулонных материалов	0,05	0,03	0,03
Устройство теплоизолирующего слоя, предотвращающего промерзание грунта	Снизить на расчетное зимнее влагонакопление		
Грунт в активной зоне земляного полотна в «обойме»	Снизить расчетную влажность грунта до оптимального значения		
Грунт, уплотненный до $K_{упл}=1,03\div 1,05$ в слое 0,3-0,5 м от низа дорожной одежды	0,03-0,05	0,03-0,05	0,03-0,05
Значения характеристик суглинка и глины даны применительно к гидрослюдистому и каолинитовому минералогическому составу глинистых частиц. Характеристики суглинков и глин монтмориллонитового состава при влажности (0,6-0,75) W_T , а также некоторых засоленных грунтов следует определять экспериментальными методами. При влажности выше 0,75 W_T для этих грунтов должны быть приняты меры по защите их от чрезмерного увлажнения или замене таких грунтов.			

Дорожно-климатическое районирование на территории Республики Казахстан согласно СНиП 3.03-09 (см. приложение – 3).

При проектировании участков дорог в приграничных зонах при обосновании данных о грунтово-гидрологических и почвенных условиях, а также, исходя из практики эксплуатации дорог в районе, допускается принимать проектные решения как для смежной (северной или южной) зоны.

В горных районах дорожно-климатические зоны (ДКЗ) следует определять с учетом высотного расположения объектов проектирования, принимая во внимание природные условия на данной высоте. Местность с отметками над уровнем моря 450-1000 метров следует отнести к IV ДКЗ, а с отметками более 1000 метров к III ДКЗ [16].

При реконструкции или капитальном ремонте дорожной одежды, когда требуется усиление существующей дорожной одежды, расчет ведут снизу вверх, последовательно определяя модуль упругости на поверхности

конструктивных слоев. Расчет считается законченным, если $E_{\text{общ}}/E_{\text{тр}} \geq K_{\text{пр}}$.

Расчет на сдвиг в подстилающем грунте и слабосвязанном конструктивном слое. Под действием нагрузок в подстилающем грунте возникают пластические смещения и деформации, а также сдвиг может произойти в промежуточных слоях из слабосвязанных материалов (песок, песчано-гравийные смеси).

Для того чтобы не возникали деформации сдвига необходимо, чтобы соблюдалось условие по формуле 1.5.

Допускаемое напряжение сдвига грунта определяют по формуле:

$$T_{\text{доп}} = C_{\text{гр}} \times K_1 \times K_2 \times K_3 \quad (1.13)$$

где $C_{\text{гр}}$ – сцепление, МПа;

K_1 – коэффициент, учитывающий снижение сопротивления сдвигу под действием подвижных нагрузок (при кратковременном действии нагрузки $K_1 = 0,6$; при длительном действии нагрузки $K_1 = 0,9$);

K_2 – коэффициент запаса на неоднородность условий работы конструкции, зависящий от N_p (см. приложение – 2 г);

K_3 – коэффициент, учитывающий особенности работы различных видов грунтов.

Пески крупные – 7,0;

Пески средней крупности – 6,0;

Пески мелкие – 5,0;

Пески пылеватые, супеси крупные – 3,0;

Глинистые грунты (глины, суглинки, супеси, кроме крупной) – 1,5.

Расчетная приведенная интенсивность движения на последний год службы (см. приложение – 2 г) определяется по формуле:

$$N_t = N_p \times q^{T-1} \quad (1.14)$$

Активное напряжение сдвига (T) определяется:

$$T = \tau_n + \tau_{в1} \quad (1.15)$$

где τ_n – активное напряжение сдвига от временной нагрузки, определяемое с помощью номограмм (см. приложение – 2 б, в);

В этом случае дорожную одежду рассчитывают так же, как двухслойную систему τ_n^I от единичной нагрузки;

$\tau_n = \tau_n^I p$ – активное напряжение сдвига от временной нагрузки;

$\tau_{в1}$ – активное напряжение сдвига от постоянной нагрузки (то есть от собственного веса дорожной одежды) τ_n зависит от толщины дорожной одежды, модулей упругости смежных слоев, угла внутреннего трения грунта или слабосвязанного материала конструктивного слоя [9].

Проверка на растяжение при изгибе в монолитных слоях. На растяжение при изгибе рассчитывают монолитные слои из асфальтобетона и материалов, укрепленных комплексными или неорганическими вяжущими. В монолитных слоях при прогибе дорожной одежды под действием временных нагрузок могут возникнуть растягивающие и сжимающие напряжения, приводящие при растяжении к образованию трещин [4].

Для того чтобы не возникали трещины, должно соблюдаться условие по формуле 1.6.

При использовании номограммы (см. приложение – 2 д), полное расчетное растягивающее напряжение определяют по формуле:

$$\sigma_r = \sigma_r^I \times P \times K \quad (1.16)$$

где σ_r^I – наибольшее растягивающее напряжения от единичных нагрузок;
 K – коэффициент, учитывающий особенности передачи давления на покрытие ($K = 0,85$ - при спаренных колесах; $K = 1$ – при одиночных);
 P – расчетное давление (см. таблицу 1.5), МПа.

Расчетное значение сопротивления асфальтобетона растяжению при изгибе определяют по формуле:

$$R_N = \overline{R_y}(1 - t\vartheta_R) \times K_y \times K_m \quad (1.17)$$

где $\overline{R_y}$ – среднее значение предельного сопротивления асфальтобетона растяжению при изгибе (таблица 1.10);

t – коэффициент нормированного отклонения $\overline{R_y}$ в зависимости от уровня проектной надежности K_n (таблица 1.10);

ϑ_R – коэффициент вариации прочности на растяжение при изгибе асфальтобетона, равный 0,1;

K_y – коэффициент усталости, учитывающий повторность нагружения от расчетной приведенной интенсивности движения на полосу. Для асфальтобетонных слоев определяется по формуле:

$$K_y = \left(\frac{N_t}{1000} \right)^{-\phi} \quad (1.18)$$

где N_t – приведенная интенсивность движения на последний год службы;

ϕ – параметр уравнения: для асфальтобетонов на битумах БНД 60/90, БНД 90/130, БНД 130/200, БНД 200/300 и высокопористых асфальтобетонов $\phi = 0,27$; для плотных и пористых асфальтобетонов $\phi = 0,16$;

K_m – коэффициент снижения прочности от воздействия погодных – климатических факторов (таблица 1.11).

Таблица 1.10 – Характеристики асфальтобетонов при расчете на растяжение при изгибе под кратковременными нагрузками

Асфальтобетон	Расчетный модуль упругости E , МПа	Среднее сопротивление растяжению при изгибе $\overline{R_y}$, МПа
Высокоплотный, плотный на битуме		
БНД 40/60	6000	3,2
БНД 60/90	4500	2,8
БНД 90/130	3600	2,4
БНД 130/200	2600	2,0
БНД 200/300	2000	1,8
БГ 70/130	1700	1,7
СГ 130/200	1500	1,6
Пористый на битуме		
БНД 40/60	3600	1,8
БНД 60/90	2800	1,6
БНД 90/130	2200	1,4
БНД 130/200	1800	1,2
БНД 200/300	1400	1,1
Высокопористый на битуме		
БНД 40/60	3000	1,1
БНД 60/90	2100	1,0
БНД 90/130	1700	0,9

При расчете слоев асфальтобетонного покрытия на растяжение при изгибе его характеристики должны соответствовать низким весенним температурам (таблица 1.12).

Таблица 1.11 – Коэффициент снижения прочности, под воздействием погодно - климатических факторов

Асфальтобетон расчетного слоя	Значение K_m
Высокоплотный	1,0
Плотной марки:	
I	0,95
II	0,90
III	0,80
Пористый и высокопористый	0,80

Таблица 1.12 – Значения кратковременного модуля упругости асфальтобетонов различных составов при расчете конструкции по допускаемому упругому прогибу и условию сдвигоустойчивости

Материал	Битум	Расчетное значение кратковременного модуля упругости Е, МПа, при температуре покрытия, °С			
		+10	+30	+40	+50(60)
Плотный и высокоплотный асфальтобетон	Вязкий БНД/БН: 40/60	4400	1300	690	430
	60/90	3200	900	550	380
	90/130	2400	660	440	350
	130/200	1500	560	380	320
	200/300	1200	420	350	300
	Жидкий: БГ 70/130	1000	400	300	300
	СГ130/200	900	400	300	300
	СГ70/130	800	350	250	250
	МГ70/130	800	350	250	250
Пористый и высокопористый асфальтобетон	Вязкий БНД/БН: 40/60	2800	900	540	390
	60/90	2000	700	460	360
	90/130	1400	510	380	350
	130/200	1100	400	340	340
	200/300	950	350	330	330
Примечания:					
1. В качестве расчетной температуры асфальтобетона следует принимать: V ДКЗ +50 °С, IV ДКЗ +40 °С, III ДКЗ +30 °С.					
2. При расчете на упругий прогиб во всех дорожно-климатических зонах величину Е принимать при t = +10 °С.					
3. Модули упругости плотного асфальтобетона даны в таблице, применительно к смесям типа Б. При температурах от 30 до 50°С модули упругости для смесей типа А следует увеличить, а типов В, Г, Д – уменьшить на 20%.					
4. Модули упругости пористого и высокопористого асфальтобетона даны в таблице применительно к песчаным смесям. При температуре от 30 до 50°С модули упругости для мелкозернистых смесей следует увеличить на 10%, а для крупнозернистых смесей – на 20%.					
5. Расчетные значения кратковременного модуля упругости Е приведены для использования в расчетах конструкций по упругому прогибу и сдвигу в грунте и в промежуточных слоях одежды.					

Расчет на изгиб выполняют в следующей последовательности:

- используя полученные параметры, по номограмме (см. приложение – 2 д) находят $\bar{\sigma}_r$ и по формуле (1.16) вычисляют расчетное растягивающее напряжение;
- рассчитывают предельное растягивающее напряжение по формуле (1.17). В пакете асфальтобетонных слоев за среднее растягивающее напряжение принимают значение, отвечающее материалу нижнего слоя асфальтобетонного пакета;

– проверяют условие и при необходимости корректируют конструкцию [15].

Промежуточные монолитные слои одежды рассчитываются по номограмме (см. приложение – 2 е). При этом многослойную конструкцию предварительно следует приводить к трехслойной, где средним будет рассчитываемый монолитный слой. Номограмма связывает относительную толщину двух верхних слоев трехслойной системы $(h_1+h_2)/D$ и растягивающее напряжение $\bar{\sigma}_r$ от единичной нагрузки в нижней точке рассматриваемого слоя под центром нагруженной площадки (где напряжение достигает наибольшего значения) и E_1 / E_2 (кривые на номограмме) и E_2 / E_3 (лучи на номограмме). Полное значение растягивающего напряжения σ_r определяется по формуле (1.16) при $k_6=1,00$.

Допустимое растягивающее напряжение определяется по формуле:

$$R_{\text{доп}} = R_y \times K_y \quad (1.19)$$

где K_y – коэффициент усталости для монолитных слоев (определяется по формуле (1.18) при $\phi=0,06$).

Допускается также определять напряжение и деформации в многослойных дорожных конструкциях без приведения их к упрощенным одно – двухслойным расчетным схемам с помощью известных пакетов прикладных программ, реализующих совместный расчет дорожных одежд и земляного полотна методом конечных элементов [2].

Расчетная нагрузка при расчете дорожных одежд на прочность может быть задана заказчиком или определена в проекте, исходя из данных о перспективном составе движения по проектируемой дороге. В последнем случае в качестве расчетной нагрузки следует принимать максимальную нагрузку на наиболее нагруженную ось (для двухосных автомобилей) или на приведенную ось (для многоосных автомобилей) доля которых в составе движения с учетом перспективы изменения к концу межремонтного срока составляет не менее 5%.

При этом для дорог I – II категорий расчетная нагрузка должна приниматься не менее 115 кН, для остальных дорог не менее 100 кН. Для маршрутов, по которым осуществляются международные перевозки тяжеловесных и (или) крупногабаритных транспортных средств, расчетная нагрузка должна приниматься не менее 130 кН.

Расчет конструкций на морозоустойчивость необходимо рассматривать для III – дорожно-климатической зоны.

В районах сезонного промерзания грунтов на участках дорог, находящихся в неблагоприятных грунтово-гидрологических условиях, наряду с требуемой прочностью должна быть обеспечена достаточная морозоустойчивость дорожных одежд и земляного полотна.

Зимнее вспучивание существенно не влияет на ровность покрытия и долговечность дорожной одежды, если общее поднятие проезжей части в

процессе промерзания конструкции не превышает значений $l_{доп}$, приведенных в СП РК 3.03-104-2014 (утвержден и введен в действие с 1 июля 2015г.)

Конструкцию считают морозоустойчивой при условии:

$$l_{пуч} \leq l_{доп} \quad (1.20)$$

где $l_{пуч}$ – расчетное (ожидаемое) пучение грунта земляного полотна;

$l_{доп}$ – допускаемое для данной конструкции пучение грунта в СП РК 3.03-104-2014 (утвержден и введен в действие с 1 июля 2015г.) [12].

Конструкции рассчитываются на морозоустойчивость для характерных участков или групп участков дороги, сходных по грунтово – гидрологическим условиям, имеющих одинаковое покрытие, одну и ту же конструкцию земляного полотна, а также в равной мере обеспеченных местными строительными материалами.

1.3.3 Проектирование водопропускных сооружений на малых водотоках

Трасса автомобильной дороги пересекает пониженные места рельефа местности, по которым стекает вода. Водотоки на этих участках могут быть *постоянными* и *периодическими*. Постоянными водотоками являются реки и ручьи, в которые всегда происходит сток воды. В периодических водотоках вода стекает только лишь в периоды дождей, ливней или снеготаяния.

Земляное полотно автомобильной дороги, сооружаемое на пересечении водотока, нарушает его естественный режим работы. Для пропуска воды через земляное полотно проектируют искусственные сооружения (трубы, малые мосты, лотки), а в отдельных случаях фильтрующие насыпи (рисунок 1.3). Количество искусственных сооружений зависит от рельефа местности и климатических условий [14].

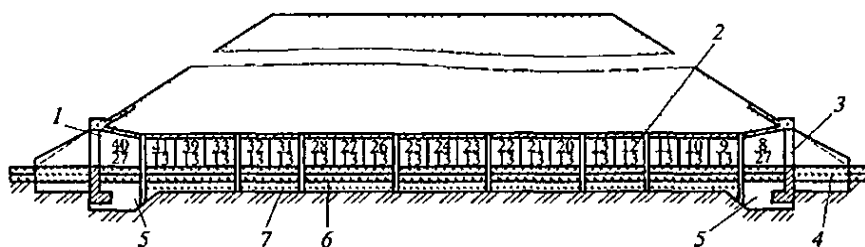


Рисунок 1.3 – Водопропускная труба

- 1 – коническое звено трубы, 2 – звенья, 3 – порталый блок оголовка,
4 – лоток из монолитного бетона, 5 – песчано – гравийная подготовка,
6 – щебеночная подготовка, 7 – блоки фундамента

Малые мосты имеют длину до 25 м, могут быть одно – и многопролетными. По материалу, из которого изготовляют пролетные строения, мосты бывают металлические, железобетонные и деревянные. Большую

часть водопропускных сооружений, строящихся на автомобильных дорогах, составляют трубы. Трубы не меняют условий движения автомобилей и располагаются при любых сочетаниях плана и продольного профиля дороги. Они не стесняют проезжей части и обочины, не требуют изменения вида дорожной одежды.

Трубы обычно классифицируют: *по форме отверстия* – круглые, прямоугольные, овоидальное (рисунки 1.4, 1.5); *по количеству отверстий* – одно – и многоочковые; *по материалу, из которого они изготавливаются* – металлические, бетонные, железобетонные (рисунок 1.6). Труба состоит из оголовка, звеньев трубы и фундамента. Наиболее распространены порталный, раструбный и коридорный оголовки. В настоящее время малые мосты и трубы строят по типовым проектам с привязкой к местным условиям данного района.

Малые мосты предъявляют более высокие требования к продольному профилю дороги, так как мост является частью дороги, по которому идет движение автомобилей. Поэтому конструкция моста должна удовлетворять всем элементам автомобильной дороги в плане и продольном профиле. На мостах применяют другой тип покрытия, чем на подходах к мосту. При пересечении глубоких тальвегов и оврагов необходимость моста очевидна независимо от расхода воды [14].



Рисунок 1.4 – Круглая железобетонная труба



Рисунок 1.5 – Двухочковая прямоугольная труба



Рисунок 1.6 – Металлическая водопропускная труба

В общем случае выбор типа и отверстия малого водопропускного сооружения зависит от расхода воды, который может пропустить каждое сооружение, от формы отверстия и его размера, допускаемой глубины, площади живого сечения и скорости течения воды. Допускаемая скорость в основном зависит от типа укрепления русла в сооружении, на подходе к нему и на выходе из сооружения. Это дает возможность для каждого типа малых водопропускных сооружений и их отверстий заранее, независимо, где это сооружение будет построено, определить расход воды, который может быть пропущен при различных режимах работы и гидравлических параметрах этого сооружения [15].

Мосты применяют в том случае, если трубы не могут обеспечить пропуск всей воды, притекающей к дороге. Для увеличения пропускной способности сооружения без повышения высоты насыпи устраивают многоочковые трубы одного и того же диаметра, уложенные в один ряд. Отверстия труб назначают не менее 1 м при длине трубы до 20 м и 1,25 м при длине трубы 20 м и более. Отверстия труб на автомобильных дорогах ниже II категории допускается принимать равными 1 м при длине трубы до 30 м. На съездах устраивают трубы диаметром 0,75 м.

Водопропускные трубы следует проектировать на безнапорный режим работы, когда на всем протяжении трубы водный поток соприкасается со свободной поверхностью воздуха в трубе. Трубы нельзя применять на участках водотока при наличии ледохода, карчехода и образования наледи. Типовые трубы имеют круглое и прямоугольное отверстия: круглые – диаметром 0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5; 2,0 м; прямоугольные – размерами 1,5×2,0; 2×2; 3×2; 2×3; 3×3; 4×3; 5×3; 6×3 м.

Расчет стока талых вод с малых водосборов. Определение расхода воды. Расчет труб. Расчет малых мостов. На основании МСП 3.04-101-2005 "Определение расчетных гидрологических характеристик" расчетный максимальный расход талых вод определяется по редуccionной формуле:

$$Q_t = \frac{k_0 h p F}{(F+1)^n \delta_1 \delta_2} \quad (1.21)$$

где k_o – коэффициент дружности половодья, определяемый для равнинных рек по табл.;

h_p – расчетный слой суммарного стока, мм;

F – площадь водосбора, км²;

p – показатель степени, для равнинных водосборов принимается по табл.;

$\delta_1 \delta_2$ – коэффициенты, учитывающие снижение расхода при наличии озер, залесенности и заболоченности местности.

Расчет труб. Выбор типа и отверстия водопропускных сооружений зависит от расхода воды, режима их работы, высота насыпи [8].

Различают следующие режимы работы труб:

Безнапорный режим – входное отверстие не затоплено и на протяжении длины трубы поток имеет свободную поверхность; подпор H на входе в трубу меньше высоты трубы или превышает ее не более чем на 20% $H \leq 1,2 h_{vx}$;

Полунапорный режим – на входе труба работает полным сечением; входное отверстие затоплено, но на остальном протяжении поток в трубе имеет свободную поверхность, подпор $H > 1,2 h_{vx}$;

Напорный режим – входное отверстие затоплено и на большей части длины труба работает полным сечением $H \geq 1,4 h_{vx}$.

Расчетные формулы для определения пропускной способности труб для трех режимов протекания воды:

А) *безнапорный режим* (аналогия – водослив с широким порогом)

$$Q_c = \phi_b \omega c \sqrt{2g(H - h_c)} \quad (1.22)$$

где Q_c – расход воды, проходящей через сооружение;

ϕ_b – коэффициент скорости (для всех оголовков, кроме обтекаемого, $\phi_b = 0,82 - 0,85$);

ωc – площадь сжатого сечения в трубе, определяемая при глубине $h_c = 0,5H$.

Подпор воды перед трубой:

$$H = h_c + v_c^2 / 2g \approx 2h_c \quad (1.23)$$

где h_c – глубина в сжатом сечении, $h_c = 0,9 h_k = 0,73 v_c^2 / g$;

v_c – скорость в сжатом сечении.

Для сечений прямоугольных труб $\omega c = 0,5b H$

$$Q_c = 1,35 b H^{3/2} \quad (1.24)$$

где b – ширина трубы;

Б) *полунапорный режим* (аналогия – истечение из-под щита)

$$Q_c = 0,5 \omega t \sqrt{2g(H - 0,6ht)} \quad (1.25)$$

где ωt – площадь сечения трубы на входе;

h_t – высота входа в трубу;

В) *напорный режим* (аналогия – истечение из трубопровода)

$$Q_c = \phi_h \omega t \sqrt{2g[(H - h_{to}) - l(i * \omega - i)]} \quad (1.26)$$

где ϕ_h – коэффициент скорости, $\phi_h=0,95$ (для обтекаемых оголовков);

ωt , h_{to} – площадь сечения и высота трубы;

l , I – длина и уклон трубы;

i ω – уклон трения.

Важным условием, обеспечивающим сохранность сооружения и его выходных русл, является правильное назначение допускаемых скоростей течения воды при пропуске расчетного расхода. Изменение скорости влияет на режим работы сооружения и тип укрепления русла.

В процессе проектирования проектной линии в продольном профиле возможны изменения положения минимальной отметки бровки земляного полотна над трубой, т.е. увеличение высоты насыпи и длины трубы на тех участках, где необходимо вписать минимальные радиусы вертикальных вогнутых и выпуклых кривых, на участках глубоких тальвегов.

Возможны случаи замены одноочковой трубы на двух– или трех– очковую для уменьшения высоты насыпи и сокращения в пределах строительства многообразия типоразмеров различных сооружений, что создает благоприятные условия для индустриального строительства, подвоза и доставки труб одного и того же размера, а также последующей эксплуатации искусственных сооружений [4].

При расчете малых мостов необходимо учитывать факторы, влияющие на выбор их конструкции: форму живого сечения под мостом (прямоугольное или трапецидальное); уровень воды в нижнем бьефе моста; размер отверстия моста, по которому назначают промежуточные опоры.

В большинстве случаев отверстие малых мостов рассчитывают по схеме свободного протекания воды, пользуясь формулой, которая легко преобразуется к виду:

$$b = Q_c / 1.35 \sqrt{H^3} \quad (1.27)$$

Зная, что $H=2hc=1,45v^2c/g$, принимают такую последовательность расчета: задают скорость v_d в зависимости от типа укрепления русла под мостом;

Определяют скорость под мостом в сжатом сечении $v_c=1,1 v_d$; вычисляют напор $H=2hc=1,45v^2c/g$; вычисляют объем пруда $W_{пр}=aH^3$; находят коэффициент λ по таблице.

Тогда с учетом аккумуляции воды перед насыпью:

$$Q_c = \lambda Q_l \quad (1.28)$$

После определения допустимой скорости и назначения типа укрепления русла водотока под мостом предусматривают укрепление русла за мостом на расстоянии не менее чем два радиуса нижнего основания конуса. Длину укрепления за мостом определяют от кромки пролетного строения. Укрепление должно заканчиваться предохранительным откосом с каменной наброской. Укрепление конусов и откосов насыпи выполняют на всю их высоту железобетонными плитами или монолитным бетоном, редко – мощением из камня [1].

1.3.4 Проектирование продольного профиля

Продольный профиль вычерчивают по данным отметок земли по оси дороги, которые определяют по топографической карте, а при реальном проектировании по данным нивелировочного журнала [8].

Чтобы построить линию поверхности земли продольного профиля, необходимо знать ее отметки на пикетах и плюсовых точках по трассе.

Плюсовыми точками являются: точки изменения крутизны склонов, характеризующиеся резким изменением густоты горизонталей, переломные точки на возвышениях и понижениях рельефа местности точки, соответствующие обрывам и другим изменениям продольного профиля местности.

Отметка пикетов и плюсовых точек, расположенных между соседними горизонталями, определяется интерполяцией.

Проектирование продольного профиля производится на миллиметровой бумаге. Масштаб продольного профиля:

- горизонтальный 1:5000;
- вертикальный 1: 500;
- грунтовый 1:50.

Для вычерчивания продольного профиля линии земли необходимо выполнить следующие действия:

- разбивают на пикеты графу 13 (длина пикета принята 100м) и снизу в графе 14 подписывают номера пикетов. На пикетах, где имеются плюсовые точки, их положение показывают вертикальными линиями и записывают расстояние между точками;
- в графе 14 показывают километраж, прямые и кривые плана трассы;
- на прямых участках сверху пишут их длину, снизу - румб; кривые от НЗ до КЗ показывают скобками вверх при повороте вправо, вниз при повороте влево; в точках НЗ и КЗ указывают расстояние до предыдущих пикетов; на свободном месте записывают номер, величину угла, значение радиуса;
- заполняют графу 12; отметки земли записывают с точностью до 1 см;
- линия поверхности земли должна располагаться на расстоянии 8 -

13см от верхней линии сетки (рисунок 1.9).

Обоснование руководящей рабочей отметки. Рекомендуемая рабочая отметка насыпи, которой следует придерживаться при проектировании продольного профиля дороги устанавливается, в соответствии с ограничениями СНиП РК 3.03.09-2006 (с изменениями по состоянию на 22.04.2014г.) по наименьшему возвышению поверхности покрытия над уровнем грунтовых и поверхностных вод на мокрых и сырых участках трассы и наименьшему возвышению бровки насыпи над расчетным уровнем снегового покрова [1].

Величина рекомендуемой рабочей отметки определяется по формуле:

$$h_p = h_{\text{сн}} + \Delta h \quad (1.29)$$

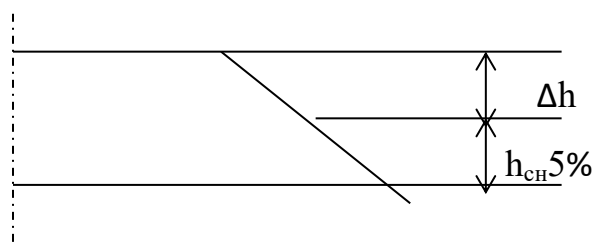


Рисунок 1.7 – Схема к определению рекомендуемой рабочей отметки из условия снегонезаносимости

где $h_{\text{сн}5\%}$ – расчетная высота снегового покрова, с 5% – ой вероятностью превышения;

Δh – возвышение бровки насыпи над расчетным уровнем снегового покрова, м.

Таблица 1.13 – Данные по возвышенности бровки насыпи

№ п/п	Техническая категория дороги	Возвышение бровки насыпи Δh , м
1	I	1.2
2	II	0.7
3	III	0.6
4	IV	0.5
5	V	0.4

Проектирование проектной линии и вписание вертикальных кривых. Одним из наиболее сложных, ответственных и трудоемких этапов проектирования автомобильной дороги является нанесение проектной линии продольного профиля.

На положение проектной линии влияют:

– продольный профиль поверхности земли по оси дороги (на

некоторых участках он может иметь большие перепады высот);

- почвенно-грунтовые условия, позволяющие решить задачи распределения земляных масс и пригодности грунта для устройства земляного полотна;

- климатические факторы, от которых зависит конструкция земляного полотна и дорожной одежды;

- гидрологические условия, определяющие типы и размеры водоотводных и водопропускных сооружений;

- экономические условия, обеспечивающие минимум суммарных приведенных затрат на строительство дороги [11].

Основными и решающими факторами при выборе положения трассы в плане и продольном профиле являются требования безопасности движения.

Скорость движения является одним из основных показателей транспортно-эксплуатационных качеств автомобильной дороги. Чередование участков с различными дорожными условиями, места с ограниченной видимостью дороги, крутые спуски и подъемы с поворотами в плане значительно изменяют скорости движения, и от водителя требуется повышенная внимательность и осторожность. Каждый водитель должен считаться с дорожными условиями и выбирать безопасную скорость. Проектировщик обязан правильно решить задачу сочетания участков в плане и продольном профиле, имеющих различную скорость движения.

Плавность сочетания кривых плана и продольного профиля в основном зависит от соотношения длин и радиусов кривых, а также от смещения основных элементов кривых в плане и продольном профиле по отношению друг к другу.

Если кривая в плане значительно короче вертикальной кривой, в перспективе дорога имеет излом и просадку, поэтому для водителя создается напряженная ситуация и он уменьшает скорость. Проектирование выпуклых вертикальных кривых малых радиусов на прямых участках не рекомендуется. При совпадении вертикальных и горизонтальных кривых желательно, чтобы длины вертикальной и горизонтальной кривых совпадали или, горизонтальная кривая была всегда длиннее вертикальной кривой и больших радиусов.

Самым опасным участком считается место сопряжения концов кривых в плане с началом выпуклых и вогнутых кривых. Неожиданный поворот в плане создает ситуацию, в которой водитель не знает дальнейшее направление дороги, если еще применена минимально допустимая вертикальная выпуклая кривая. Аварийные ситуации в таких случаях неизбежны. Подобная ситуация создается на участке вогнутой кривой в ночное время. Проектировщик должен стремиться увеличивать предельную норму для элементов плана и продольного профиля для данной категории дороги. Применение радиусов кривых в плане и продольном профиле больше минимально допустимых дает возможность сохранить конструкцию земляного полотна при реконструкции дороги [16].

При проектировании дорог всех категорий, когда условия местности и экономическая целесообразность оправданы, необходимо соблюдать следующие требования:

- продольные уклоны должны быть не более 30 ‰;
- расстояние видимости для остановки автомобиля – не менее 450 м;
- радиусы кривых в плане – не менее 3000 м;
- радиусы выпуклых кривых – не менее 70 000 м;
- радиусы вогнутых кривых – не менее 8000 м;
- длина выпуклой кривой не менее 300 м, вогнутой – не менее 100 м.

Проектную линию при пересечении и примыкании автомобильных дорог в одном уровне следует располагать на прямых участках с обеспеченной видимостью, продольный уклон не должен превышать 40‰.

Пересечение автомобильных дорог железными дорогами должны быть под прямым углом, допускается острый угол пересекающихся дорог в одном уровне не менее 60°. Подходы автомобильной дороги к пересечениям на протяжении 50 м следует проектировать с продольным уклоном не более 30‰.

Элементы плана и продольного профиля следует проектировать с взаимной увязкой между собой и с окружающим ландшафтом. К основным исходным данным для проектирования земляного полотна относятся: продольный профиль поверхности земли по оси дороги; рекомендуемые отметки высоты насыпи или глубины выемки h_p ; контрольные отметки, имеющие строго фиксированное высотное положение H_k ; наибольшие продольные уклоны проектной линии $i_{\max}$; расстояние видимости поверхности дороги и встречного автомобиля S_v ; рекомендуемые радиусы кривых в плане и продольном профиле дороги R_p ; наименьшие радиусы кривых в плане и продольном профиле дороги $R_{\min}$, перечисленные параметры принимают после расчета и увязывают с техническими нормативами для проектирования дорог согласно СНиП 3.03-09-2006 "Автомобильные дороги" (с изменениями по состоянию на 22.04.2014г.).

Рекомендуемая отметка h_p – наименьшая высота насыпи, которая обеспечивает нормальные условия эксплуатации земляного полотна. Возвышение бровки земляного полотна над поверхностью земли обеспечивает быстрое просыхание земляного полотна в соответствующих климатических условиях. Климатические условия оказывают значительное влияние на интенсивность и количество осадков, режим поверхностных и грунтовых вод, водно-тепловой режим земляного полотна.

Контрольная отметка H_k – отметка, через которую должна пройти проектная линия дороги. Контрольные отметки могут быть строго фиксированными по высоте и определяемыми по расчету. Контрольные отметки, строго фиксированные по высоте, изменять нельзя, так как они относятся к существующим инженерным сооружениям, находящимся в эксплуатации. К ним относятся отметки: бровки земляного полотна населенного пункта, к которому примыкает проектируемая дорога; головок

рельсов, пересекаемых в одном уровне железных дорог; оси пересекаемых в одном уровне автомобильных дорог. Данные контрольные отметки определяют при выполнении проектно-изыскательских работ.

Расчет других контрольных отметок выполняют в процессе проектирования автомобильной дороги. К ним относятся: минимальная отметка бровки земляного полотна над трубами; отметка проезжей части моста; возвышение земляного полотна над местами длительных застоев воды. Проектная линия не должна проходить ниже контрольной отметки, определяемой по расчету [9].

Для обеспечения плавности проектной линии и возможности вписания вертикальных кривых и создания видимости на некоторых участках дороги возникает необходимость увеличивать положение проектной контрольной отметки. Проектную линию проводят выше минимальной контрольной отметки, при этом высота насыпи увеличивается, что вызывает удорожание стоимости строительства дороги.

Нанесение проектной линии относительно поверхности земли. Прежде чем приступить к нанесению проектной линии, необходимо тщательно изучить исходные материалы для проектирования продольного профиля, обратить внимания на участки со сложным рельефом местности, просмотреть совместно с планом трассы все пониженные места поверхности земли, где расположены искусственные сооружения. На продольный профиль наносят контрольную отметку начала дороги. Она совпадает с отметкой проезжей части улицы или дороги существующего населенного пункта. Это будет исходная проектная отметка бровки земляного полотна для дальнейших расчетов проектных отметок дорог. Данная точка является началом проектной линии продольного профиля.

Различают два метода проложения проектной линии: *по обертывающей* и *по секущей*.

Проектирование по обертывающей линии заключается в том, что проектную линию наносят примерно параллельно заслонам поверхности земли с некоторым возвышением над ней. Проектирование по методу обертывающей линии требует минимум земляных работ, оно удобно для работы дорожно-строительной техники, наименьшим образом нарушается достигнутое в результате взаимодействия природных факторов равновесие участков рельефа. Проектирование по методу обертывающей возможно, когда уклоны местности не превышают максимально допустимые для дороги данной технической категории, т.е. проектирование возможно в условиях равнинного и слабохолмистого рельефа. Проектная линия не должна следовать за частыми переломами поверхности земли. Разрешается отход от обертывающей при пересечении влажных и заболоченных впадин и коротких понижений рельефа, при подходе к водопропускным сооружениям и путепроводам (рисунок 1.8, а). Радиусы вертикальных кривых следует принимать равными радиусу кривизны земной поверхности на данном участке. Возможны радиусы до 100 - 200 тыс. м при длине кривых до 2 км.

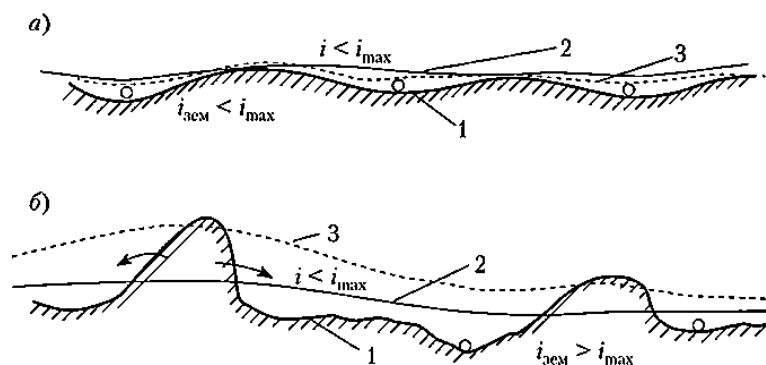


Рисунок 1.8 – Методы проложения проектной линии относительно поверхности земли:

а – по обертывающей; б – по секущей: 1 – линия поверхности земли, 2 – рекомендуемое положение проектной линии; 3 – нецелесообразное положение проектной линии

Проектирование по секущей ведется в условиях холмистого и сильно пересеченного рельефа, где имеются участки поверхности с уклонами большими, чем допустимые для дороги данной категории. Отдельно расположенные холмы прорезаются – дорога проходит в выемке. При проектировании проектной линии по секущей необходимо стремиться к балансу земляных работ, т.е. $WB = W_{mc}$ (рисунок 1.8, б). На продольном профиле при равенстве объемов выемок и насыпей площадь, занимаемая выемками, должна быть на 25 – 30% меньше, поскольку при одинаковых рабочих отметках из выемки можно взять грунта больше, чем необходимо уложить в насыпь такой же высоты. Радиусы вертикальных кривых при проектировании по секущей принимают минимально допустимые [18].

Проектирование горизонтальных участков в выемках не допускается. Уклон проектной линии в выемках должен быть не менее 5-10‰ для обеспечения поверхностного водоотвода. На косогорных участках водоотвод обеспечивают нагорными канавами с устройством банкета. Следует избегать проектирования мелких выемок большой длины в связи со снеготаносимостью.

На больших подъемах и спусках в выемках предусматривают укрепление кюветов от размыва. Условия работы земляного полотна в выемке хуже, чем в насыпи; выемка заносится снегом, более подвержена действию грунтовых и поверхностных вод, медленно просыхает. Выемки следует проектировать в случаях, когда продольный уклон местности больше максимально допустимого для данной категории дорог. Это возможно на участках перехода дороги из речной долины на склоны, прилегающие к долине, при пересечении небольших водотоков и оврагов.

В нижней части подъемов необходимо проектировать высокие насыпи, а в верхней части – выемки. Такое проектирование позволяет применить максимально допустимый уклон дороги. Увеличение уклона дороги больше допустимого снижает высоту насыпи и глубину выемки, но динамические

возможности автомобилей резко ухудшаются. Многие автомобили не преодолеют такие подъемы, возникнут пробки на дорогах, особенно в зимний период.

Оформление продольного профиля. На продольный профиль автомобильных дорог наносят и указывают:

- реперы;
- наименование проектируемых искусственных сооружений;
- транспортные развязки (пересечения и примыкания в разных уровнях);
- съезды;
- переезды через железнодорожные пути;
- нагорные и водоотводные канавы;
- подпорные стенки и другие искусственные сооружения на проектируемой дороге.

В графах таблиц (сетки) указывают:

- в графе 1 – сокращенный ситуационный план проектируемой дороги по ее оси, (например, угодья и их границы, водотоки, ЛЭП, пересекаемые дороги, населенные пункты и т.д. (красным цветом));
- в графе 2 – тип местности по признакам увлажнения верхних слоев (красной тушью);
- в графе 3 тип поперечного профиля (красной тушью);
- в графе 4 – вид укрепления кюветов (красной тушью);
- в графе 5 – длину участка кювета с принятым уклоном (красной тушью);
- в графе 6 – проектные отметки дна кювета (красной тушью);
- в графе 10 – элементы проектной линии: вертикальные кривые и прямые с привязкой к пикетам в местах переломов проектной линии, числовые значения радиуса, длины кривой, уклона касательной в начале и конце кривой (рисунок 1.9).

Грунтовый профиль располагают ниже линии поверхности земли, для чего проводят еще одну линию параллельно на расстоянии 2 см.

На грунтовом профиле показывают шурфы, скважины, располагая их в местах характерных изменений рельефа местности, в местах размещения искусственных сооружений, высоких насыпей и глубоких выемок.

Грунтовый профиль вычерчивают в масштабе 1:50. Глубина шурфов не более 2 м по соображениям безопасности их устройства и трудоемкости выполнения вручную. Шурфы изображаются колонками шириной 5мм каждая, в которых условными знаками обозначаются грунты. Скважины изображают колонкой толщиной – 1,5-2мм. Ее заливают тушью. Плоскости слоев одноименных грунтов между шурфами и скважинами соединяют сплошными тонкими линиями, между которыми записываются наименования грунтов. Границы заложения шурфов и скважин соединяют сплошной линией, ниже которой проводят продолжение линии ординат пикетов и плюсовых точек [4].

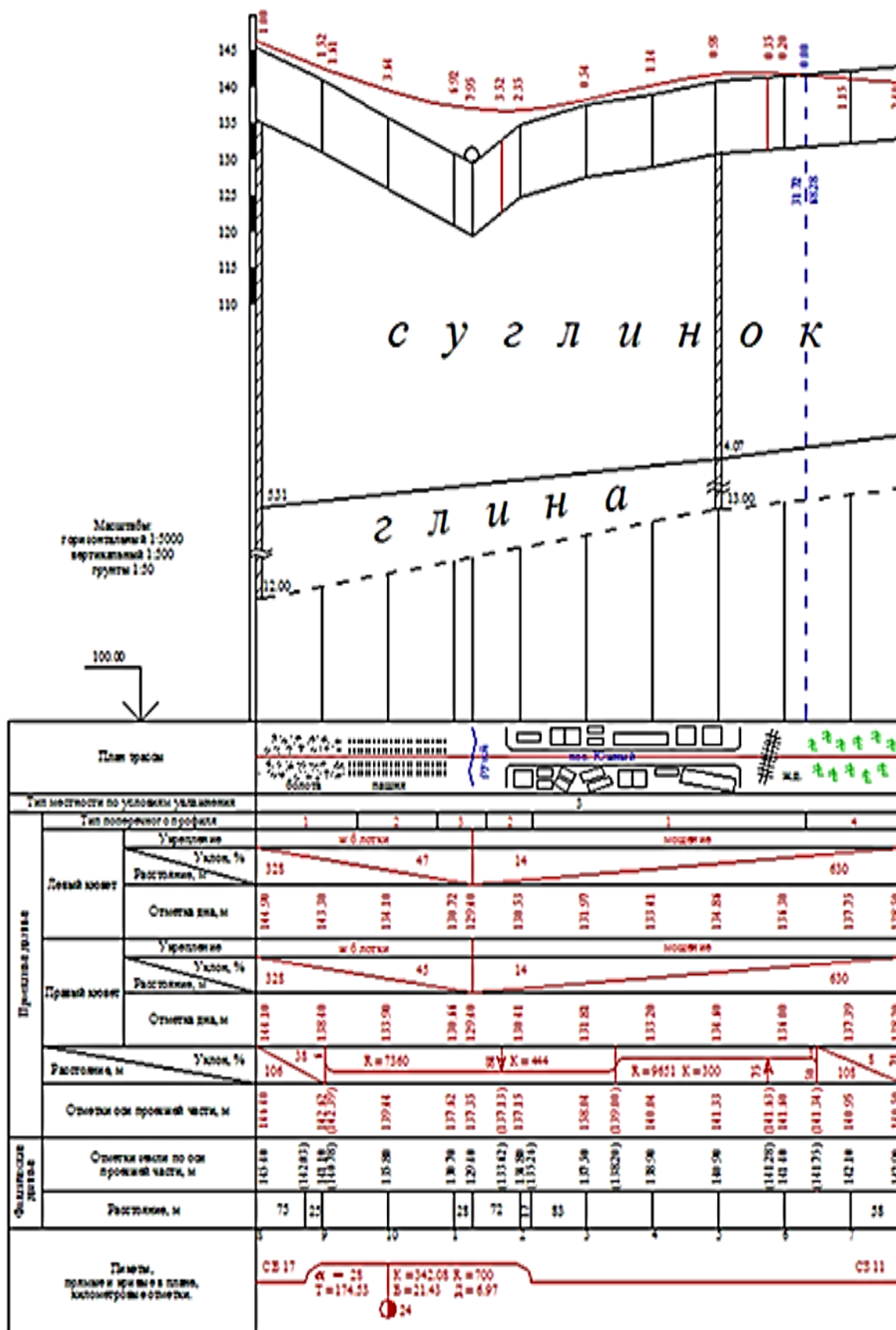


Рисунок 1.9 – Продольный профиль автомобильной дороги

1.3.5 Проектирование земляного полотна и водоотводных устройств

От качества проектирования земляного полотна и дорожной одежды в большей степени зависят строительная стоимость автомобильной дороги и эксплуатационные расходы в процессе работы дороги.

Земляное полотно проектируют с учетом категории дороги, типа дорожной одежды, высоты насыпи и глубины выемки, свойства грунтов, используемых в земляном полотне, природных условий района строительства. Проектировать земляное полотно необходимо совместно с конструкцией дорожной одежды как единое инженерное сооружение. Геометрические элементы земляного полотна и дорожной одежды должны соответствовать расчетной скорости движения и обеспечивать удобное и безопасное движение автомобилей [14].

Одним из основных требований, предъявляемых к земляному полотну, является обеспечение прочности и устойчивости всех его элементов.

Под *прочностью* земляного полотна понимается его способность сохранять при действии нагрузки от автомобилей и природных факторов приданные ему при строительстве форму и размеры.

Для обеспечения устойчивости земляного полотна его сооружают из пригодных грунтов и предусматривают отвод поверхностных и грунтовых вод.

На конструкцию земляного полотна влияют местные природные условия. Степень увлажнения земляного полотна зависит от количества выпадающих осадков по месяцам, толщины снегового покрова, температуры воздуха и почвы, степени заносимости дороги снегом. Исходя из этого, проектируют определенную форму земляного полотна для насыпи: при высоте насыпи до 2-3 м откосы выполняют пологими с коэффициентами заложения 1:3 или 1:4; с увеличением высоты форма земляного полотна меняется и откосы выполняют более крутыми 1:1,5.

Для обеспечения снегонезаносимости выемки проектируют – раскрытыми с пологими откосами [15].

Рельеф местности влияет на характер стока воды, степень увлажнения местности около земляного полотна. На открытых участках земляное полотно просыхает быстрее и водно-тепловой режим лучше. При прохождении дороги через лес, кустарник, на участках высоких насыпей и глубоких выемок просыхание земляного полотна происходит медленнее, водно-тепловой режим значительно сложнее. На таких участках насыпь необходимо проектировать из устойчивых грунтов с тщательным уплотнением в процессе строительства.

На высоту насыпи и тип укрепления земляного полотна влияют гидрологические условия, которые характеризуются стоком воды по поверхности земли в пределах полосы отвода. В равнинной местности сток затруднен, предусматривают боковые и водоотводные канавы. В пересеченной местности вода стекает быстрее, возникают большие скорости, происходит размыв существующих русл, оврагов, канав. Конкретно в каждом

случае решают вопросы по укреплению земляного полотна и проектированию водоотводных сооружений.

При необеспеченном стоке воды увеличивают высоту насыпи над уровнем стояния воды.

При проектировании земляного полотна по косогорным участкам решают вопросы по устойчивости земляного полотна, возможности проектирования в полунасыпи – полувыемке с мероприятиями по укреплению подошвы насыпи или проектирования подпорной стенки.

1.3.6 Пересечения и примыкания дорог

Особенности движения на пересечениях в одном уровне. Пересечения и примыкания, автомобильных дорог в одном уровне между собой и с железными дорогами более загружены, поскольку интенсивность движения на них равна сумме интенсивностей по пересекающимся дорогам. С увеличением плотности дорожной сети количество пересечений на автомобильных дорогах возрастает.

Из общего числа дорожно-транспортных происшествий на долю пересечений приходится до 30 %.

Безопасность на пересечениях зависит от угла пересечения и количества и степени опасности конфликтных точек.

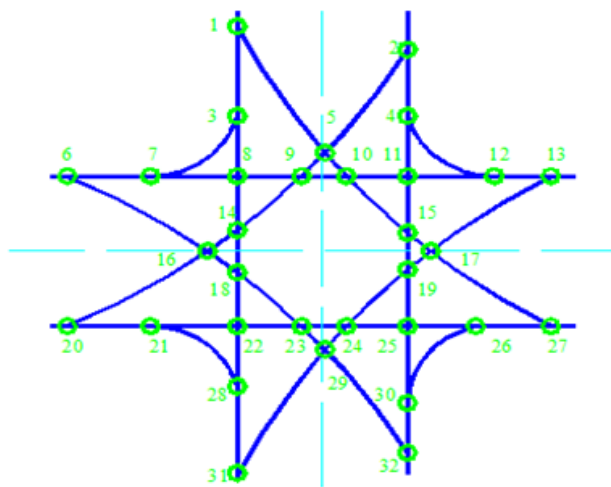


Рисунок 1.10 – Конфликтные точки

Конфликтные точки – места пересечения, слияния, разделения, переплетения транспортных потоков. На простом необорудованном пересечении в одном уровне 32 конфликтных точек. С целью обеспечения безопасности движения на пересечениях и увеличения их пропускной способности, для каждого из направлений движения выделяют отдельную полосу (канал) [2].

Пересечения, на которых все направления движения проходят по отдельным полосам называют *канализованными*. Если отдельные полосы выделены не для всех направлений – то пересечение называют частично

канализированным [18].

Канализированные пересечения отличаются меньшим, по сравнению с необорудованными количеством конфликтных точек и более низким уровнем их опасности.

Пересечения в одном уровне. Движение автомобилей на канализированных пересечениях в одном уровне происходит под защитой от автомобилей, движущихся в других направлениях посредством возвышающихся над уровнем проезжей части островков безопасности.

Кроме того, на канализированных пересечениях в одном уровне с целью оптимизации слияния потоков предусматривают переходно-скоростные полосы (полосы разгона и торможения).

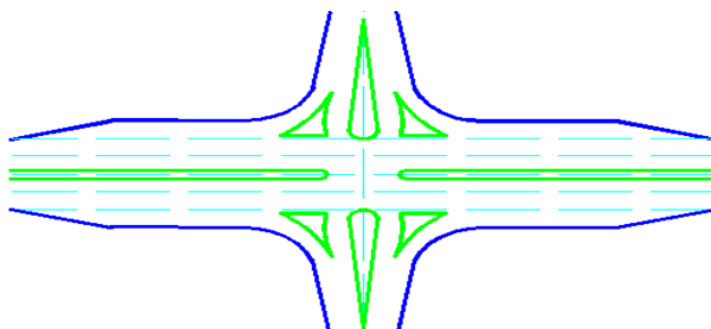


Рисунок 1.11 – Канализированные пересечения

Таким образом, проектирование пересечений в одном уровне сводится к назначению (расчёту) геометрических характеристик островков безопасности и расчёту длин переходно-скоростных полос.



Рисунок 1.12 – Островки безопасности

Размеры островков безопасности зависят от угла пересечения (примыкания) автомобильных дорог и ширины полос движения на основной и второстепенной дороге.

Протяжённость переходно-скоростных полос зависит от уклона автомобильной дороги, расчётной скорости движения по ней и характеристик расчётного автомобиля.

Закругления на пересечениях в одном уровне проектируются в виде *коробовых кривых*.

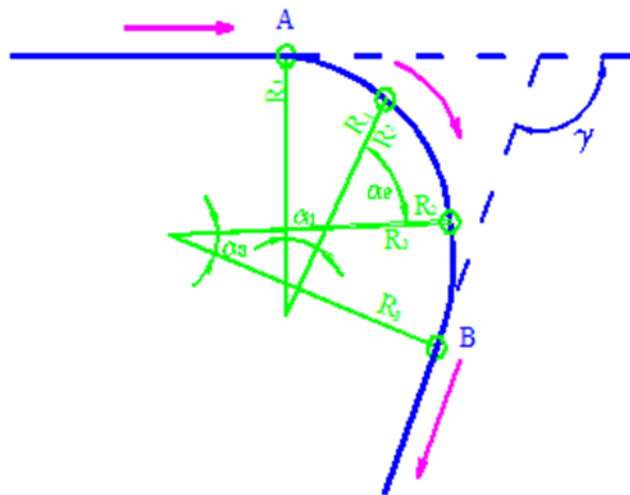


Рисунок 1.13 – Коробовые кривые

Значения радиусов закруглений резко сказываются на безопасности пересечений. Так, при одинаковой интенсивности движения на пересечениях с радиусами менее 15 метров, аварийность в 5-6 раз выше, чем на пересечениях с радиусами съездов более 15 метров.

На пересечении в одном уровне образуются 32 конфликтные точки: 16 точек пересечения потоков и по 8 точек слияния и разветвления потоков.

На примыкании в одном уровне образуется 9 конфликтных точек: по 3 точки слияния, разветвления и пересечения потоков.

На разветвлении имеется по одной точке слияния, разветвления и пересечения потоков [2].

Пересечения и примыкания в одном уровне бывают оборудованные и необорудованные. К оборудованным относятся канализированные, т.е. с проектированием самостоятельных полос (каналов) для каждого направления движения.

Канализирование движения – это устройство на проезжей части направляющих островков, выделение дополнительных полос для ожидания автомобилями возможности осуществления левых поворотов, без помех для движения автомобилей, следующих в прямом направлении, устройством на проезжей части дополнительных переходно-скоростных полос для плавного притормаживания или разгона после осуществления поворота.

Для четкого выделения потоков движения разделения конфликтных точек устраивают каплевидные островки [15].

Длину переходно-скоростных полос назначают из условия разгона и торможения:

$$L = \frac{V_1^2 - V_2^2}{26 a} \quad (1.30)$$

где V_1 – начальная скорость движения;

V_2 – скорость автомобиля при выполнении маневра торможения ($V \approx 20$ км/ч);
 a – ускорение автомобиля, м/с²;

На основе наблюдений за режимами движения, ускорение автомобиля при разгоне $a = 0,8 - 1,2$ м/с², при торможении $a = 1,75 - 2,5$ м/с².

Особым случаем является пересечение с железными дорогами. Автомобильные дороги I, II, III технических категорий при пересечении с железными дорогами следует проектировать в разных уровнях

На дорогах IV и V технических категорий пересечение с железными дорогами проектируют в разных уровнях, если скорость движения поезда превышает 120 км/ч.

На пересечениях автомобильных дорог с железными дорогами должна быть обеспечена видимость не менее 400 м, а машинист должен видеть середину переезда за 1 км [3].

С точки зрения организации и безопасности движения более совершенными являются кольцевые пересечения. Размеры кольца назначают такими, чтобы обеспечивалась заданная скорость движения по нему.

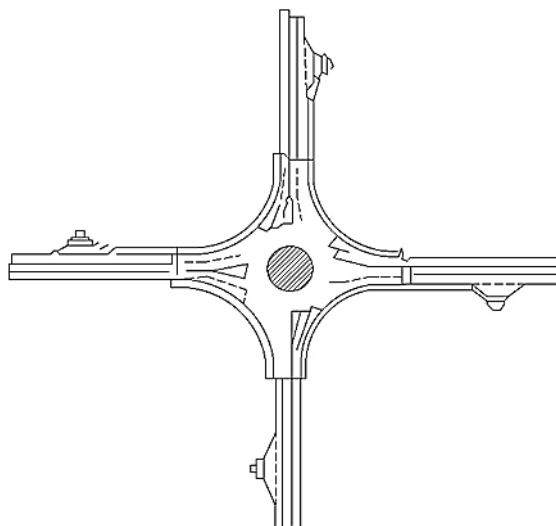


Рисунок 1.14 – Кольцевые пересечения

Расчетная скорость движения по кольцевой проезжей части зависит от диаметра центрального островка.

Таблица 1.14 – Расчетная скорость движения по кольцевой проезжей части

Диаметр центрального островка	≤ 15	30	≥ 60
Скорость, км/ч	20	25	30

Выбор типа пересечения зависит от интенсивности на пересекающихся дорогах.

Пересечения автомобильных дорог в разных уровнях. Пересечения и примыкания дорог высоких категорий проектируют в разных уровнях

(транспортные развязки).

Транспортные развязки устраивают на пересечениях дорог I технической категории с дорогами всех категорий, дорог II технической категории между собой и дорогами III технической категории; дороги III технической категории между собой, если суммарная интенсивность движения по ним составляет больше 8000 авт./сут.

При пересечении дорог в разных уровнях одна из основных дорог проходит над другой по путепроводу. Обычно это дорога с меньшей интенсивностью движения [15].

Наибольшее распространение в практике дорожного строительства получили пересечение по типу «Клеверный лист» и примыкание по типу «Труба».

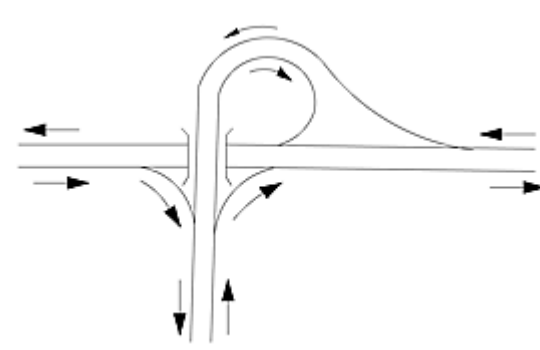


Рисунок 1.15 – Примыкание по типу «Труба»

Примыкание по типу «Труба» сравнительно несложное в строительстве и простое в эксплуатации, широко применяемое как на загородных дорогах, так и в городских условиях.

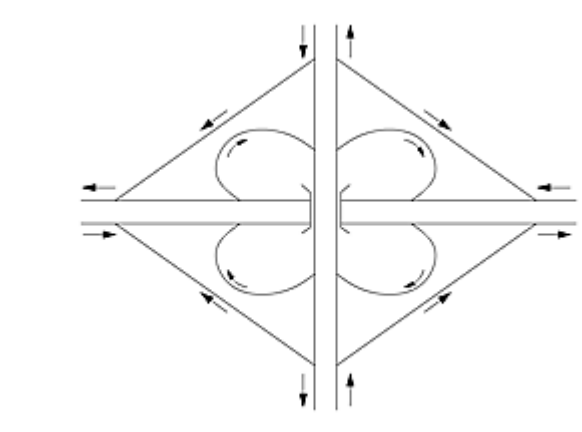


Рисунок 1.16 – Пересечение по типу «Клеверный лист»

Пересечение по типу «Клеверный лист» является наиболее простым и распространенным в настоящее время, в котором повороты налево осуществляется по левоповоротным петлям путем поворота направо на 270° после проезда моста.

Недостатком пересечения по типу «Клеверный лист» является

значительное удлинение пути пробега автомобилей, поворачивающих налево по сравнению с необходимым для автомобилей, сворачивающих направо. Пропускная способность такой транспортной развязки составляет 600-700 авт./час.

На пересечениях дорог I – III с дорогами более низких категорий для снижения строительных расходов часто устраивают пересечения по упрощенной схеме, на которых автомобили, поворачивающие на дорогу более высокой категории или съезжающей с нее, осуществляют на второстепенной дороге левые повороты с пересечением встречных потоков движения. Примером их является пересечение по типу «Ромба».

Пересечение по типу распределительного кольца обеспечивает большие удобства для движения, однако стоимость их сооружения достаточно высока, поскольку приходится строить два путепровода.

В ряде случаев прибегают к неполным схемам при проектировании транспортных развязок. Этим достигается уменьшение земляных работ, площади занимаемых земель и, соответственно, значительно сокращаются материальные и трудовые затраты [16].

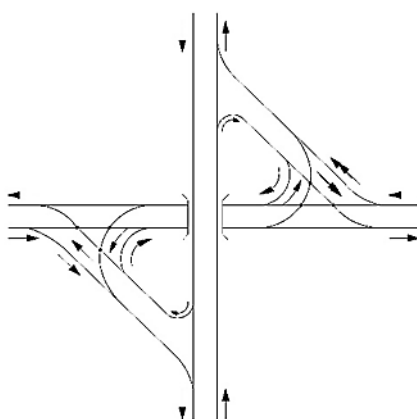


Рисунок 1.17 – Схема пересечения по типу «Неполного клеверного листа»

На выбор типа пересечения или примыкания значительной степени влияют как капитальные вложения, так и эксплуатационные затраты. Поэтому решение вопроса выбора транспортной развязки требует тщательного технико-экономического обоснования.

Геометрические элементы транспортных развязок проектируют, исходя из следующих значений расчетных скоростей движения (таблица 1.15).

Пересечения автомобильных дорог с железными дорогами являются очень опасными узлами. Их следует устраивать вне пределов станций и маневровых путей, на прямых участках пересекающихся дорог, под углом не менее 60° .

Таблица 1.15 – Геометрические элементы транспортных развязок

Категория дороги	I	II	III
1. Расчетная скорость на съездах, км/ч:			
– левоповоротных	50	50	40
– правоповоротных	80	80	60
2. Продольный уклон на съездах, ‰	≤40	≤40	≤40
3. Наименьшие радиусы кривых в плане на съездах, м:			
– левоповоротных	60	60	50
– правоповоротных	150	150	150

Пересечения дорог I – III категорий с железными дорогами следует проектировать в разных уровнях. На дорогах IV – V категорий такие пересечения устраивают только при наличии трамвайного и троллейбусного движения, на участках железных дорог с движением более 120 поездов/сут, при пересечении трех и более железнодорожных путей, а также, если железная дорога проходит в выемке или не могут быть удовлетворены требования к видимости.

На пересечениях с железными дорогами безусловное предпочтение отдается движению поездов. Трасса дороги в районе пересечения должна удовлетворять требованиям к плавности, а на пересечениях в разных уровнях продольный уклон подходов к путепроводу не должен превышать 40‰. Пересечения в одном уровне следует располагать на горизонтальной площадке или на продольном уклоне, равном поперечному уклону выража железнодорожному пути при пересечении на кривой. На подходах к путепроводам через железную дорогу предусматривают пешеходные и велосипедные (раздельные и совмещенные) дорожки.

На переездах в одном уровне водитель должен видеть проезжую часть на переезде с расстояния не менее расчетного расстояния видимости. С этого расстояния водитель должен видеть приближающийся поезд, когда тот находится не ближе 400 м от переезда. Машинист должен видеть середину переезда с расстояния не менее 1 км. В случае необходимости должны быть устроены срезки видимости [8].

Переходно-скоростные полосы представляют собой дополнительные полосы проезжей части, на которых происходит снижение скорости автомобиля при повороте налево или направо, а также увеличение скорости перед въездом автомобиля на основную полосу движения. Переходно-скоростные полосы улучшают режим движения, освобождая основную полосу.

Переходно-скоростные полосы предусматривают на пересечении и примыкании в одном уровне, если интенсивность движения съезжающих и выезжающих автомобилей на главную дорогу составляет 50 прив. авт./сут. и более для I категории, 200 прив. авт./сут и более на дорогах II – III категорий.

Переходно-скоростные полосы выполняют в обязательном порядке для

транспортных развязок в разных уровнях на дорогах I – III категорий.

Длину переходно-скоростных полос устанавливают в зависимости от категории дороги и продольных уклонов, ширину принимают равной ширине основных полос проезжей части. Конструкция проезжей части переходно-скоростной полосы такая же, как и на основной дороге. Переходно-скоростные полосы отделяют от основной дороги сплошной и пунктирной линией разметки, а отгоны – пунктирной линией. Отгон полос торможения начинают с уступа величиной 0,5 м.

Барьерные ограждения устанавливают на пересечениях и примыканиях в разных уровнях для предотвращения вынужденных съездов автомобилей на опасных участках дороги с путепроводов, высоких насыпей. Ограждения устанавливают на обочинах на расстоянии 0,5 м от бровки земляного полотна при радиусе кривых в плане 600 м с наружной стороны криволинейных съездов. В начале съездов ограждения устанавливают с обеих сторон.

При пересечении и примыкании в одном уровне устанавливают *сигнальные столбики*, предназначенные для ориентирования водителя. Расстояния между столбиками и места их расположения зависят от радиуса кривой в плане, продольном профиле и высоты насыпи.

Современные транспортные развязки занимают значительные площади и имеют сложную схему движения. Водитель не видит всю транспортную развязку и не всегда правильно может выбрать нужное направление движения [3].

Знаки нужно располагать таким образом, чтобы обеспечивалось необходимое время для их прочтения и осмысливания. За 800 – 1000 м до подъезда к транспортной развязке должны быть установлены дорожные знаки с указанием направления движения, за 400 – 500 м до начала переходно-скоростных полос устанавливают знак со схемой движения и допускаемой скоростью на съездах. Для подтверждения правильности дальнейшего движения в конце транспортной развязки устанавливают указатели расстояний до пунктов следования.

1.3.7 Обустройство дорог

Для обеспечения нормальной эксплуатации, ремонта и содержания всех дорожных сооружений, а также обслуживания пассажиров и водителей, автотранспортных средств, перемещающихся по автомобильной дороге, должны быть предусмотрены сооружения дорожной и автотранспортной служб и посты полиции.

В процессе составления проекта автомобильной дороги выбирают площадки под здания и сооружения автотранспортной и дорожной служб относительно дороги с устройством подъезда к ним. Составляют проекты на комплексы зданий и сооружений с учетом структуры службы с привязкой к местным условиям.

К сооружениям дорожной службы в зависимости от установленной организационной структуры относятся: комплексы зданий и сооружений

управления дорог, здания и сооружения основного и низового звеньев дорожной службы, жилые дома для рабочих и служащих, производственные базы, пункты обслуживания и охраны мостов, переправ, тоннелей, галерей.

В процессе работы многие сооружения и элементы автомобильной дороги ухудшают свои эксплуатационные качества, требуя постоянного текущего ремонта и содержания всех инженерных сооружений дороги. Обеспечение хорошего состояния дорожных сооружений возлагается на работников служб ремонта и содержания автомобильных дорог. Для того чтобы автомобильная дорога находилась в хорошем состоянии, необходимо установить за ней надзор и уход для обеспечения безопасного и удобного движения. С увеличением интенсивности движения и повышения требований безопасности может возникнуть необходимость в улучшении некоторых элементов автомобильной дороги или создании новых видов обустройств с привлечением других организаций [7].

Для выполнения своих задач основное звено дорожной службы должно иметь административно-бытовой корпус, производственный корпус по ремонту и техническому обслуживанию дорожных машин и автомобилей, стоянки (холодные и теплые) на списочный состав парка машин, цех по ремонту технических средств организаций дорожного движения, базу по приготовлению и хранению противогололедных материалов, склады.

Для низового звена дорожной службы, подчиненного основному звену, строят производственный корпус для технического обслуживания дорожных машин и автомобилей с административно-бытовыми помещениями, стоянками на списочный состав парка машин, расходными складами противогололедных материалов [15].

Длина участков дорог, обслуживаемых дорожной службой, нормируется в зависимости от категории дороги и типа покрытия. Примерная протяженность участков дорог, обслуживаемых основным звеном при линейном принципе, составляет от 100 до 260 км, при территориальном принципе – от 250 до 300 км. Низовое звено службы содержания дорог обслуживает от 30 до 100 км дорог. Длина участка обслуживания увеличивается с ухудшением типа покрытия.

Все комплексы зданий и сооружений основного и низового звеньев дорожной службы следует располагать у населенных пунктов, на площадках, примыкающих к полосе отвода автомобильной дороги. Производственные предприятия АБЗ и ЦБЗ располагают в промышленной зоне населенного пункта или при технико-экономическом обосновании за пределами населенного пункта.

К сооружениям автотранспортной службы относятся: здания и сооружения обслуживания грузовых перевозок; здания и сооружения обслуживания организационных пассажирских перевозок (автостанции и автовокзалы, автобусные остановки и павильоны); здания и сооружения для обслуживания участников движения в пути следования (мотели, кемпинги, площадки отдыха, площадки для кратковременной остановки автомобилей, пункты питания, пункты торговли, автозаправочные станции, дорожные

станции технического обслуживания, пункты мойки автомобилей, устройства для технического осмотра автомобилей).

Ширину остановочных площадок для автобусов принимают равной ширине основных полос проезжей части, а длину – в зависимости от числа одновременно останавливающихся автобусов, но не менее 10 м. Остановочные площадки на дорогах I б – III категорий отделяют от проезжей части разделительной полосой [1].

Для улучшения условий работы водителей, повышения безопасности движения, обеспечения отдыха пассажиров устраивают вдоль дороги площадки для остановки автомобилей.

Для службы государственной автоинспекции строят линейные сооружения по контролю дорожного движения. Посты полиции размещают на входах в крупные города, а также на пересечениях автомобильных дорог I – III категорий. При постах полиции устраивают площадки для стоянки служебных машин и автомобилей, останавливаемых для контроля.

Средства информации водителей об условиях движения. Ограждения и направляющие устройства. При движении по дороге водитель должен ориентироваться на дорожные знаки и разметку проезжей части, которые показывают оптимальные и безопасные условия движения по участкам автомобильной дороги. Соблюдение средств информации водителем значительно улучшает общий режим движения по дороге. Сокращаются дорожно-транспортные происшествия, водителю становится понятным дальнейшее движение по дороге.

В проекте автомобильной дороги разрабатывают график обустройства дороги, где указывают места установки дорожных знаков, ограждений и направляющих устройств, разметки проезжей части дороги.

Дорожные знаки, делятся на несколько групп: предупреждающие, знаки приоритета, запрещающие, информационно-указательные, предписывающие, знаки сервиса, знаки дополнительной информации.

Каждая группа знаков имеет свою форму, цвет фона и ограничивающую знак кайму. Размеры знаков нормированы.

В конце каждого километра ставят километровый знак – на одной стороне таблички указывают расстояние от начала, на другой до конца дороги [7].

Установка на автомобильной дороге некоторых предупреждающих и запрещающих знаков, которые ограничивают скорость движения, говорит о том, что при проектировании дороги допущены ошибки или неудачные проектные решения на этих участках дороги, которые требуют переустройства [4].

Дорожные ограждения по условиям применения разделяются на две группы. К ограждениям первой группы относятся барьерные конструкции и парапеты, предназначенные для предохранения вынужденных съездов транспортных средств на опасных участках дороги. С мостов, путепроводов, а также столкновений со встречными транспортными средствами и наездов на массивные препятствия и сооружения. К ограждениям второй группы

относятся сетки, конструкции перильного типа и т.п. (высотой 0,8 – 1,5 м), предназначенные для упорядочения движения пешеходов и предотвращения выхода животных на проезжую часть [1].

Ограждения первой группы должны устанавливаться:

- на мостах, путепроводах, эстакадах;
- на участках подходов к искусственным сооружениям, где высота насыпи достигает 3 м и более, а при меньшей высоте насыпи - на расстоянии не менее 18 м в каждую сторону от начала и конца переходной плиты сооружения, если пролет искусственного сооружения превышает 10 м;
- на обочинах дорог в пределах насыпей с откосами круче 1:3 в соответствии с требованиями;
- на обочинах дорог, расположенных параллельно железнодорожным линиям, болотам и водным потокам глубиной 2 м и более, оврагам и горным ущельям на расстоянии до 25 м от кромки проезжей части при перспективной интенсивности движения не менее 2000 ед./сут и до 15 м при перспективной интенсивности менее 2000 ед./сут;
- на обочинах дорог, расположенных на склонах местности крутизной более 1:3 (со стороны склона);
- на обочинах дорог со сложными пересечениями и примыканиями в разных уровнях;
- на обочинах дорог с недостаточной видимостью при изменении направления дороги в плане;
- на обочинах или разделительной полосе у опор путепроводов, деревьев с диаметром стволов более 10 см, консольных или рамных опор информационно-указательных дорожных знаков, расположенных на расстоянии менее 4 м от края проезжей части, при перспективной интенсивности движения не менее 2000 ед./сут;
- на разделительной полосе дорог вне населенных пунктов.

Ограждения первой группы должны быть расположены:

- на мостовых сооружениях в соответствии с СТ РК 1379;
- на участках автомобильных дорог:
- при отсутствии препятствий – на оси разделительной полосы;
- при наличии опор путепроводов, освещения, консольных или рамных опор информационно-указательных дорожных знаков – вдоль оси разделительной полосы, на расстоянии не менее 1 м от кромки проезжей части и не менее величины расчетного поперечного прогиба ограждения от ограждаемого препятствия [3];
- на обочине – ограждения барьерного типа на расстоянии не менее 0,25 м от величины расчетного поперечного прогиба, а ограждения парапетного типа – на расстоянии 0,5 м от бровки земляного полотна;
- при наличии на обочине опор путепроводов, освещения, информационно-указательных дорожных знаков допускается установка барьерных металлических ограждений на расстоянии не менее 1 м от кромки проезжей части до лицевой поверхности ограждения и не менее величины

расчетного поперечного прогиба до ограждаемого препятствия. Нахлесточные соединения секций балок и концевых элементов барьеров безопасности необходимо производить по направлению движения транспортных средств согласно СТ РК 1278 [1].

Для ориентирования водителя в направлении дороги на большое расстояние и обеспечения видимости внешнего края обочины в ночное время, во время дождя, тумана, снегопада устанавливают *направляющее устройство* в виде столбиков или тумб с искусственным освещением. Высота столбиков 0,75 – 0,8 м. Сигнальные столбики не предназначены для удержания автомобиля при наезде, и поэтому они легко ломаются при случайном наезде и не наносят повреждения автомобилю. Столбики устанавливают на подходах к кривой и на самой кривой, на вертикальных кривых при радиусах от 200 до 8000 м и кривых в плане от 20 до 600 м. Расстояние между столбиками в зависимости от радиуса назначается от 3 до 50 м.

1.3.8 Сравнение вариантов автомобильных дорог

Сравнение вариантов дороги по эксплуатационно – техническим и экономическим показателям. В процессе выполнения проектно-изыскательских работ предлагают несколько вариантов трассы дороги. Необходимо провести технико-экономическое сравнение этих вариантов для обоснования лучшего варианта трассы.

При сравнении вариантов применяют следующие показатели:

– эксплуатационно-технические, экономические, показатели по пропускной способности и степени обеспечения безопасности движения.

Эксплуатационно-технические показатели дают общую предварительную оценку вариантов автомобильной дороги и характеризуют трассу по средним техническим нормам и транспортно – эксплуатационным показателям. Изменение этих показателей влечет за собой изменение скорости движения на некоторых участках дороги, что отражается на производительности автотранспорта, себестоимости перевозок и грузов и безопасности движения [13].

Основными показателями, применяемыми для расчетов являются: протяжение трассы L и коэффициент удлинения $k = L/L_B$ (где L_B – длина воздушной линии); число углов поворота на 1 км дороги; средний угол поворота α_{cp} и суммарное значение углов $\Sigma\alpha$; минимальный радиус поворота R_{min} ; среднее значение радиуса кривых $R_{cp} = \Sigma K 57,3^\circ / \Sigma \alpha$ (где ΣK – сумма длин кривых); протяжение участков с максимальными и допустимыми уклонами; минимальные радиусы выпуклой кривой в продольном профиле; количество пересечений в одном уровне; количество мостов и труб; протяжение снегозаносимых участков; протяжение участков, проходящих по ценным угодьям; протяжение участков, неблагоприятных для устойчивости земляного полотна; объем оплачиваемых земляных работ; потребность в основных дорожно – строительных материалах [8].

При наличии нескольких сравниваемых друг с другом вариантов трассы применяют *метод сравнительной экономической эффективности*. По этому методу можно сравнивать варианты мостовых переходов, транспортных развязок, выбирать конструкции дорожной одежды и искусственных сооружений.

При сравнении все варианты должны быть сопоставимыми, обслуживать одни и те же транспортные связи при одинаковых объемах перевозок. Все проектные решения при сравнении вариантов должны учитывать *единовременные и текущие затраты*.

В единовременные затраты входят первоначальные расходы на строительство дороги, денежные средства, необходимые на реконструкцию дороги в процессе эксплуатации или техническое перевооружение, затраты на капитальный ремонт, дополнительные, ежегодные вложения денежных средств в автомобильный транспорт, потери народного хозяйства от изъятия сельскохозяйственных угодий [18].

Текущие затраты складываются из ежегодных: затрат на текущий ремонт и содержание дорожных объектов, средний ремонт, капитальный ремонт в части возмещения износа, перевозку грузов и пассажиров всеми видами транспорта в своих зонах, потери от дорожно – транспортных происшествий.

Сравнение вариантов трассы выполняют в следующей последовательности:

- назначают несколько вариантов трассы;
- определяют для всех вариантов единые условия сопоставимости;
- устанавливают технические параметры для каждого варианта, влияющие на размеры единовременных и текущих затрат;
- рассчитывают показатели единовременных и текущих затрат по вариантам;
- определяют приведенные затраты по вариантам и устанавливают лучший вариант.

При обосновании проложения вариантов трассы по новому направлению главными техническими параметрами вариантов являются: *скорость движения транспортных потоков, графики коэффициентов аварийности, линейные графики занимаемых земель*.

Сравнение вариантов дороги по пропускной способности. Вновь построенная автомобильная дорога на многих участках имеет различную пропускную способность. Обеспечить постоянную пропускную способность практически невозможно из-за различных параметров элементов в плане и продольном профиле дороги. Изменения продольного уклона, радиусов кривых в плане, видимости участков дороги, состава потока автомобилей значительно влияют на скорость движения и пропускную способность участка дороги.

Для оценки пропускной способности дороги и выявления участков, которые подлежат переделать, *строят графики пропускной способности*.

При оценке скорости движения и пропускной способности необходимо учитывать интервалы между автомобилями и плотность движения потока. Интервалы между автомобилями меняются в широких пределах, особенно при появлении в потоке легковых автомобилей, грузовых, имеющих более низкие скорости движения [11].

Плотность движения характеризуется количеством автомобилей, на единицу длины дороги; удобно считать плотность на 1 км дороги.

Линейный график пропускной способности дороги, находящейся в эксплуатации, включают в паспорт дороги. Он является основным документом для сравнения вариантов трассы проектируемых дорог.

График изменения пропускной способности строят в такой последовательности:

- выделяют однородные элементы дороги и зоны их влияния;
- выписывают частные значения коэффициентов снижения пропускной способности по формуле;
- строят график изменения пропускной способности вдоль дороги.

Участки, имеющие тенденцию к снижению пропускной способности, необходимо улучшить.

Пропускная способность может быть повышена различными способами:

- правильным сочетанием элементов плана и продольного профиля, исключая резкое изменение скорости движения;
- увеличением ширины проезжей части на подъемах, пересечениях в одном уровне, участках сервиса;
- улучшением состояния покрытия и коэффициента сцепления;
- обеспечением водителей информацией об условиях движения.

Окончательно варианты сравнивают по средней пропускной способности [14].

Оценка вариантов автомобильной дороги по степени обеспечения безопасности движения. При соблюдении норм проектирования, когда основные параметры дороги в плане и продольном профиле обеспечивают безопасность и удобство движения, скорости движения на многих участках не ограничиваются. Однако по условиям местности на некоторых участках приходится снижать нормы проектирования до предельно допустимых, поэтому на этих участках скорости движения уменьшаются.

Безопасность движения может быть обеспечена не только геометрическими параметрами дороги, но и взаимным сочетанием этих параметров. При проектировании автомобильной дороги необходимо выявить потенциально опасные для движения участки дороги. Для количественной оценки качественного состояния транспортного потока и движения используют *коэффициенты аварийности и безопасности движения*.

Метод коэффициентов аварийности основан на обобщении материалов статистики дорожно-транспортных происшествий. Этот метод

дает возможность анализа принятых проектных решений и изменения этих решений при реконструкции существующих дорог. Метод очень простой, без сложных расчетов, позволяет выявить опасные места на дороге. Степень опасности участков дорог на стадии сравнения вариантов проектных решений оценивают путем построения линейного графика итоговых коэффициентов аварийности [9].

Для выявления опасных участков строят линейный график итоговых коэффициентов аварийности. На график наносят сокращенный план и продольный профиль дороги с выделением всех элементов, от которых зависит безопасность движения и для которых имеются частные коэффициенты. Рассчитывают частные коэффициенты аварийности и определяют границы действия этих коэффициентов по длине дороги. Путем умножения частных коэффициентов по вертикали для каждого участка дороги получают значения итогового коэффициента аварийности. Строят график коэффициентов аварийности.

В проектах реконструкции учитывают данные о дорожно-транспортных происшествиях, которые произошли в процессе эксплуатации автомобильной дороги. Это дает возможность решить вопрос с первоочередной перестройкой данного участка дороги.

1.4 Автоматизированное проектирование автомобильных дорог

1.4.1 Средства обеспечения системы автоматизированного проектирования

Накопленный в настоящее время отечественный и зарубежный опыт показывает, что применение математических методов и средств автоматизации и вычислительной техники при проектировании существенно повышает технический уровень и качество проектируемых объектов при заметном снижении строительной стоимости, а также резко сокращает сроки разработки проектов. Автоматизированное проектирование оказывается особенно эффективным, когда от отдельных расчетов на компьютерах переходят к разработке и использованию систем автоматизированного проектирования, в которых уже взаимосвязаны все стадии проектно-исследовательских работ, начиная со сбора, обработки и представления исходной для проектирования информации и кончая оформлением проектно-сметной документации [5].

Система автоматизированного проектирования (САПР) – это организационно-техническая система, состоящая из комплекса средств автоматизации проектирования, взаимосвязанного с подразделениями проектной организации, выполняющей автоматизированное проектирование.

Следует различать проектирование *автоматическое* и *автоматизированное*. При автоматическом проектировании процесс получения, преобразования, передачи информации, формирования управляющих команд осуществляется автоматически без участия инженера-проектировщика. Однако и в этом случае проектировщик принимает участие в главных этапах проектного процесса: на этапе подготовки исходных

данных для проектирования и на этапе оценки полученного проектного решения с последующей возможной его корректировкой. В автоматическом режиме возможно проектирование относительно простых инженерных сооружений (например, гражданских и промышленных зданий и т.д.).

При автоматизированном проектировании, предназначенном для проектирования сложнейших и даже уникальных инженерных сооружений, таких как автомобильные дороги и сооружения на них, инженер-проектировщик непосредственно участвует в процессе выработки проектного решения, направляя проектный процесс по нужному руслу.

Главный эффект от применения САПР возникает в результате автоматизации различных творческих функций человека на ранних стадиях разработки проекта, когда вырабатываются самые принципиальные решения (например, выбор общего направления трассы автомобильной дороги, установление положения проектной линии продольного профиля и т.д.).

Творческий процесс создания инженером-проектировщиком с помощью технических средств САПР математической модели объекта строительства, оперативный анализ в ходе этого процесса достоинств и недостатков модели определяют качественно новую ситуацию в проектировании: инженер-проектировщик в ходе диалога с компьютером всесторонне анализирует большое число вариантов, осуществляет оптимизацию проектных решений, моделирует поведение объекта или отдельных его элементов во времени и пространстве и в конечном итоге выбирает (чаще всего методом экспертных оценок) наилучший вариант для последующей детальной проработки [5].

САПР – это принципиально новая организационная система, основу которой составляют *компоненты методического, программного, информационного, технического и организационного обеспечения*. Проектирование на уровне САПР предусматривает перестройку всего проектно-изыскательского дела: радикальное изменение состава и знаний инженерно-технического персонала, изменение существующей структуры проектно-изыскательских институтов и фирм, а также технологии изысканий и проектирования.

Функциями САПР являются разработка и выпуск проектно-сметной документации, обладающей уровнем качества, недостижимым средствами традиционного (неавтоматизированного) проектирования.

Коренное отличие системного проектирования от эпизодического применения компьютерной техники при традиционном проектировании заключается в том, что все подсистемы САПР взаимосвязаны и результаты проработок по одной из подсистем непосредственно используются в качестве исходных данных для последующего проектирования без промежуточной переподготовки. Эти результаты, кроме того, могут выдаваться на экран монитора и при необходимости корректироваться инженером-проектировщиком. Таким образом, осуществляется диалог инженера с компьютером.

Целью создания САПР являются:

- повышение качества объектов проектирования. Например, разработка проектов автомобильных дорог, имеющих зрительно плавную трассу, органически вписывающуюся в окружающий ландшафт и обогащающую его, обеспечивающую наилучшие транспортно-эксплуатационные показатели (уровни удобства и безопасность движения, скорости движения, время сообщения, пропускную способность и т.д.);
- снижение стоимости строительства объектов и их материалоемкости. Стоимость автомобильных дорог и материалоемкость проектных решений при системном автоматизированном проектировании оказывается на 10-15 % (а иногда и более) ниже соответствующих показателей при использовании традиционной технологии;
- сокращение сроков проектирования, трудовых затрат и повышение качества проектно-сметной документации. При системном автоматизированном проектировании сроки проектно-изыскательского цикла (с соответствующим ростом производительности труда) сокращаются в среднем на 20-25 % и более. Подготовка проектно-сметной документации с использованием средств автоматизации обеспечивает оформление проекта (пояснительных записок, смет и чертежей) с качеством, недостижимым при традиционной технологии [5].

При проектировании автомобильных дорог с использованием САПР наибольший экономический эффект достигается в связи с повышением качества объектов проектирования и снижением сметной стоимости и материалоемкости строительства. Экономический эффект при проектировании с использованием САПР обеспечивают следующие факторы:

- системное использование средств автоматизированного проектирования. Результаты проектирования по одной из подсистем САПР автоматически используются в качестве исходной информации для последующих этапов автоматизированного проектирования без трудоемкой ручной переподготовки, определяющей к тому же большое количество неизбежных ошибок. Использование САПР автоматизирует трудоемкие и рутинные операции традиционной технологии (подготовка пояснительных записок, чертежей, смет, расчетов и т.д.);
- создание новой технологии производства проектно-изыскательских работ. Проектирование на уровне САПР предполагает использование качественно отличной технологии выполнения проектно-изыскательских работ, характеризуемой системностью, комплексностью, широтой охвата и исключительной глубиной проработки;
- повышение специализации труда. Зарубежный и отечественный опыт системного проектирования убеждает в необходимости разделения функций изысканий и собственно проектирования между специализированными организациями, оснащенными соответствующим оборудованием, изыскательскими и проектными организациями, а также в разделении функций проектирования между узкими специалистами по

проектированию трассы, земляного полотна, дорожных одежд, водопропускных сооружений, транспортных развязок движения и т.д. Структура проектно-изыскательских институтов, определенная старой технологией производства проектно-изыскательских работ, должна быть существенно реорганизована;

- совершенствование методов управления процессами проектирования;

- внедрение математических методов оптимизации проектных решений. Использование оптимизирующих алгоритмов, реализация которых при ручном проектировании практически исключена, позволяет заметно снизить стоимость и материалоемкость основных проектных решений (земляного полотна, дорожных одежд, водопропускных сооружений и т.д.);

- внедрение методов математического моделирования. Использование методов математического моделирования, реализация которых при ручном проектировании также немыслима, позволяет моделировать поведение проектируемого объекта во времени и пространстве (моделирование объектов проектирования, моделирование работы мостовых переходов, малых водопропускных сооружений, моделирование транспортных потоков и т.д.), что резко повышает обоснованность и качество принимаемых проектных решений;

- многовариантность проработки проектных решений. Элементы автомобильных дорог, для которых еще в настоящее время не представляется возможным аналитически находить экстремальные значения целевых функций, проектируют многовариантно, т.е. используют эвристический принцип нахождения проектных решений, приближающихся к оптимальному варианту [2].

Средства обеспечения систем автоматизированного проектирования. За последние три десятилетия процесс развития средств вычислительной техники и внедрения ее в область проектирования ознаменовался переходом от использования в автономном режиме отдельных программ на отдельных этапах проектирования к созданию крупных объектно-ориентированных программных систем, предназначенных для комплексного выполнения проектных работ. В результате сложилось новое представление о системах автоматизированного проектирования, как об организационно-технических системах, основу которых составляют компоненты методического, программного, информационного, технического и организационного обеспечения (рисунок 1.18).

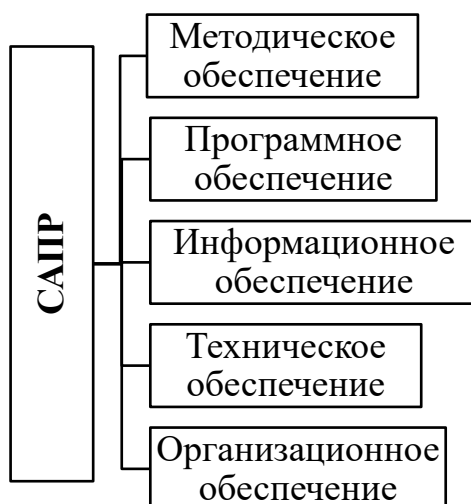


Рисунок 1.18 – Виды обеспечения систем автоматизированного проектирования

Компоненты САПР – это элементы средств обеспечения, выполняющие определенные конкретные функции.

Компонентами методического обеспечения являются документы, в которых полностью или со ссылками на первоисточники изложены теория, методы, способы, математические модели, алгоритмы, алгоритмические языки программирования, терминология, нормативы и другие данные, обеспечивающие методологию проектирования в САПР.

Методы решения конкретных задач проектирования автомобильных дорог выражают однозначно в виде, удобном для реализации на компьютере, т.е. представляют в виде алгоритма.

Алгоритм – это последовательность вычислительных и логических процедур, по которым можно определить значения искомых величин при заданных значениях исходных данных. Алгоритм отличается от метода большим совершенством и определенностью, а также формой написания, максимально приспособленной для реализации на компьютере. Для этого используют алгоритмические языки программирования, понятные инженеру-проектировщику и компьютеру [5].

Алгоритмы решения конкретных задач проектирования автомобильных дорог, содержащиеся обычно в программной документации, составляют вторую часть методического обеспечения САПР.

Проектирование автомобильных дорог и сооружений на них всегда осуществляется в соответствии с действующими нормативными документами, к которым относятся: государственные стандарты (ГОСТ), стандарты отрасли (ОСТ), отраслевые дорожные нормы и нормативы (ОДН), строительные нормы, инструкции, указания и правила (СН), строительные нормы и правила (СНиП), пособия к СНиП, своды правил по изысканиям и проектированию (СП), руководящие документы системы (РДС, РСН) и разного рода методические указания и рекомендации [6].

Нормативно-методическая документация составляет третью часть методического обеспечения САПР.

Компонентами программного обеспечения САПР являются документы с текстами программ, программы на машинных носителях информации и эксплуатационные документы, обеспечивающие функционирование систем.

Программа – это последовательность команд, написанная на одном из алгоритмических языков программирования, и дающая ей точное задание для всех этапов обработки данных. *Подпрограмма* – это завершенная часть программы, которая не может, однако, функционировать как самостоятельная, а только лишь, будучи включенной в основную программу или другую подпрограмму.

Программное обеспечение САПР подразделяют на *общесистемное* и *прикладное*.

Общесистемное программное обеспечение представлено различными операционными системами, трансляторами, супервизорами и т.д.

Компонентами *прикладного программного обеспечения* являются пакеты прикладных программ и системы прикладных программ, предназначенные для получения конкретных проектных решений. *Пакет прикладных программ* – это несколько связанных между собой вычислительных программ для решения определенной проектной задачи, когда ввод и вывод данных каждой отдельной программы должен быть согласован с остальными программами пакета. *Системы прикладных программ*, составляющие основу технологических линий проектирования, формируются таким образом, что связь между отдельными программами осуществляется через данные промежуточных результатов, когда результаты расчета по одной программе автоматически используются в качестве исходной информации по другой.

Технологическая линия проектирования – это связанная проектно-технологическая фаза обработки главных этапов проектирования с использованием системы прикладных программ и других вспомогательных средств автоматизированного проектирования с обеспечением возможности контроля и изменения данных. Технологическая линия проектирования – это система с вполне определенной рациональной последовательностью выполнения конструкторских, расчетных, машинописных, чертежных, множительных и других работ, подобная конвейеру.

Компонентами информационного обеспечения САПР являются документы, содержащие описание стандартных проектных процедур, типовых проектных решений, типовых элементов, комплектующих изделий, материалов и другие данные, а также массивы и базы данных на машинных носителях информации с записью указанных документов, обеспечивающие функционирование САПР [18].

К информационному обеспечению САПР-АД относят, прежде всего, типовые проектные решения по земляному полотну, дорожной одежде, конструкциям пролетных строений, опор мостов и путепроводов, водопропускным трубам, подпорным стенкам, укреплениям, обстановке и

принадлежностям дороги, зданиям и сооружениям службы эксплуатации и т.д. Вся информация о типовых проектных решениях хранится в долговременной памяти компьютеров, к которым обеспечен оперативный доступ в ходе системного автоматизированного проектирования.

Типовые проекты постоянно совершенствуются, обновляются, разрабатываются новые. Все это требует систематического обновления и расширения информационной базы САПР.

Компонентами технического обеспечения САПР являются устройства вычислительной и организационной техники, средства передачи информации, измерительные и другие устройства или их сочетания, обеспечивающие функционирование САПР.

Техническое обеспечение САПР представляет собой совокупность компьютеров, периферийных устройств и средств связи.

Компонентами организационного обеспечения САПР являются методические и руководящие материалы, положения, инструкции, приказы, штатные расписания, квалификационные требования и другие документы, обеспечивающие взаимодействие подразделений проектной организации или фирмы при создании, эксплуатации и развитии САПР.

Общие вопросы организации при создании, эксплуатации и развитии САПР регламентируются общепрофессиональными руководящими документами по созданию систем автоматизированного проектирования. Частные вопросы организации системного проектирования решаются в рамках конкретной проектной организации либо фирмы, являющейся разработчиком, либо эксплуатирующей САПР [14].

1.4.2 Программный комплекс Топоматик Robur – Автомобильные дороги

Программный комплекс *Топоматик Robur – Автомобильные дороги* предназначен для использования в дорожных проектных и строительных организациях [19].

Помимо традиционного функционала для работы с планом, профилем и поперечниками имеется целый ряд модулей для выравнивания покрытия, расчета дорожной одежды, оценки проектных решений и визуализации.

Области применения. *Топоматик Robur* позволяет автоматизировать следующие виды работ:

- обработка материалов геодезической съемки;
- проектирование городских улиц и загородных дорог;
- подготовка к выносу проекта в натуру;
- выполнение контрольно – исполнительной съемки.

Эффективное использование имеющихся в распоряжении организации программных средств и слаженность работы сотрудников обусловлены возрастающей потребностью в многовариантном проектировании и явно выраженной тенденцией к сокращению сроков работы над проектами.

Эффективность использования *Топоматик Robur* в значительной мере

обязана следующим факторам:

- удобство работы с программой;
- высокий уровень автоматизация рутинных операций;
- возможность применения программы для решения нестандартных задач;
- высокое качество технического сопровождения и поддержки продукта [19].

Топоматик Robur по своей структуре является универсальной системой проектирования объектов протяженного типа и позволяет создавать пространственные модели различной степени сложности, начиная от подъездных путей и заканчивая многополосными дорогами с лотками, бордюрами и локальными проездами. Вместе с тем, Топоматик Robur имеет множество специфических функций для решения наиболее часто встречающихся на практике трудоемких задач. Например, блок задач по реконструкции позволяет максимально автоматизировать учет существующего покрытия (подрубка кромок, вырезка обочин и многое другое) и создание картограммы фрезерования/выравнивания, а блок задач по вертикальной планировке существенно облегчает проектирование водоотвода на городских улицах и магистралях. Применение Топоматик Robur позволяет сократить время, затрачиваемое непосредственно на проектирование.

Кроме того, основное преимущество Топоматик Robur:

- это оперативность и легкость внесения изменений в проектную документацию, что оказывает решающее значение при согласовании и утверждении проектов. В основе программы лежит пространственная модель автомобильной дороги. Все изменения, производимые на плане, в профиле и поперечниках, непосредственно вносятся и в модель. А уже по модели автоматически генерируются чертежи, формируются ведомости и рассчитываются объемы. Таким образом, во-первых, достигается чрезвычайная гибкость при многовариантном проектировании, а во-вторых, практически полностью исключается несогласованность проектных данных.

Взаимодействие проектировщика с Топоматик Robur ведется при помощи стандартных элементов управления, привычных для пользователей Windows. В программе используется общепринятая у дорожников терминология, группировка управляющих элементов соответствует технологической цепочке изыскания и проектирования [19].

Многооконная среда Топоматик Robur позволяет работать одновременно с планом, профилем и поперечниками (рисунок 1.19). При редактировании плана изменяется продольный профиль. Изменение профиля влечет за собой вертикальное смещение поперечников; при работе с поперечниками результат тут же отображается на плане. Топоматик Robur автоматически обеспечивает целостность пространственной модели объекта.

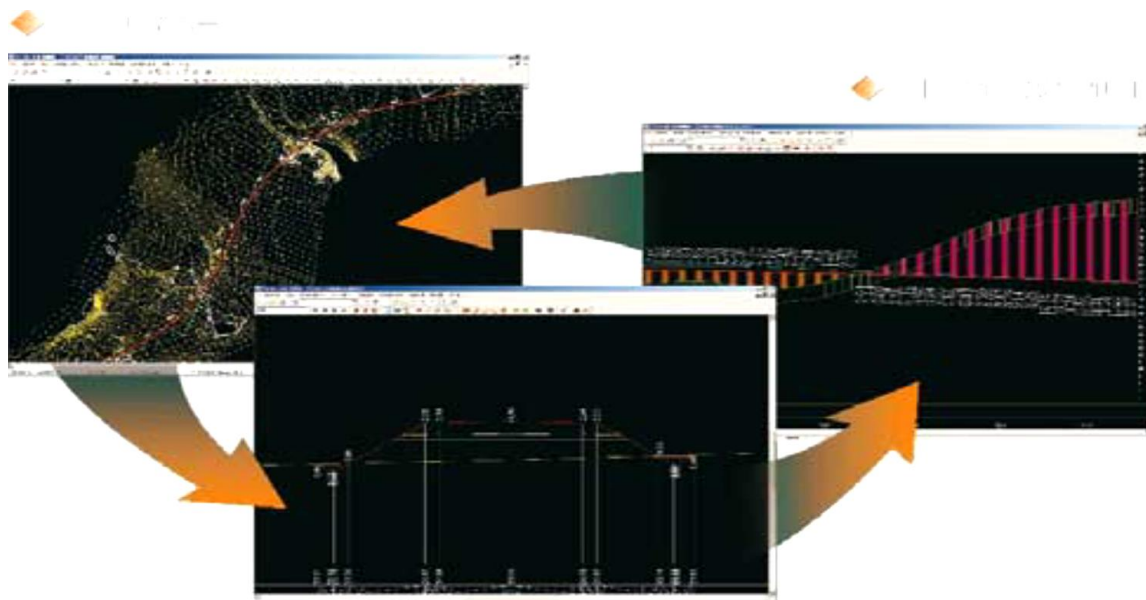


Рисунок 1.19 – Одновременное редактирование плана, профиля и поперечников

В основе проектирования поперечных профилей лежит концепция полос. Каждая полоса задается шириной и уклоном, переменными по длине трассы. Это позволяет проектировать в Топоматик Robur сложные объекты с различными видами поперечного профиля и конструкции дорожной одежды.

Топоматик Robur максимально автоматизирует рутинные работы по созданию выходной документации. Чертежи генерируются в формате AutoCAD, а ведомости – в формате Excel.

1.4.3 Программный комплекс CREDO ДОРОГИ

Базовой программой комплекса CREDO для проектирования автомобильных дорог является CREDO ДОРОГИ.

Основное назначение *CREDO ДОРОГИ* – проектирование автомобильных дорог в условиях нового строительства, реконструкции и ремонта. В системе реализована концепция информационного моделирования (ТИМ/BIM), позволяющая получить не только привычные выходные документы в виде набора чертежей и ведомостей, но и полноценную информационную модель (ИМ) объекта транспортной инфраструктуры, обеспечивая контроль принятых проектных решений на всех этапах жизненного цикла.

Система позволяет проектировать и получать ИМ автомобильных дорог всех технических категорий, включая городские улицы, дороги общего пользования, промышленные, подъездные, промысловые и внутрихозяйственные. Универсальные возможности трассирования позволяют создавать многоуровневые транспортные развязки любой конфигурации [17].

В системе заложен ряд интерактивных методов, которые позволяют создать трассу даже при неблагоприятных условиях ее прохождения, соблюдая самые высокие требования заказчика.

Реализован расчет переходных кривых по типу VGV_Kurve, которые, наряду с плавным изменением кривизны трассы, обеспечивают безопасность и удобство движения автомобиля с переменной скоростью. В результате применения этих кривых расширяются возможности проектирования самопооясняющих дорог (рисунок 1.20).

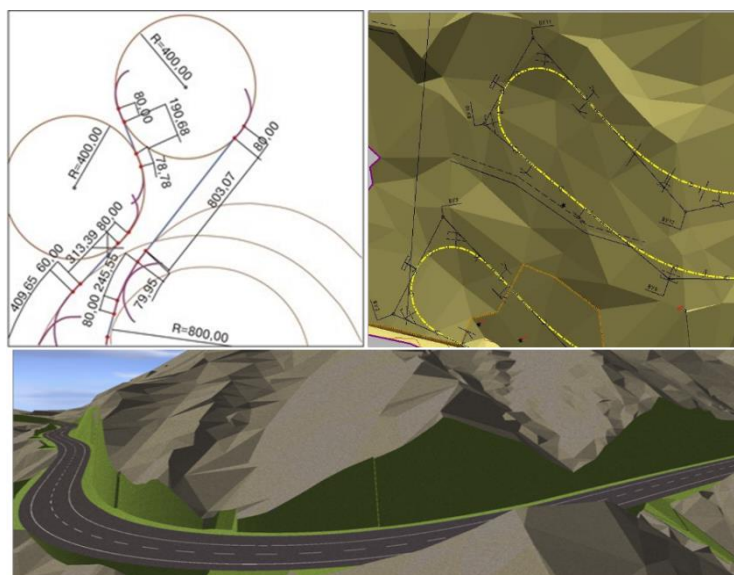


Рисунок 1.20 – Трассирование методом опорных элементов

Продольный профиль дороги можно получить методом автоматизированного построения по эксклюзивной методике CREDO. В результате создается проектная линия с плавным изменением кривизны.

При ремонтах этот метод обеспечивает поперечное и продольное выравнивание существующего покрытия наименьшим объемом выравнивающих материалов. Таким образом, выполняется основное требование к любому объекту дорожного строительства – безопасность и комфорт движения с одновременной минимизацией затрат (рисунок 1.21).

Для создания проектных профилей в CREDO ДОРОГИ можно использовать также методы интерактивного построения, которые широко представлены в системе. Они позволяют детально прорабатывать сложные участки, учитывая различные ограничения и нормативные требования. При этом удобно контролировать и редактировать параметры вертикальных элементов (окружностей, парабол, сплайнов, прямых), выполнять их сопряжение без изломов. Оперативно оценить полученный результат проектировщик сможет по графикам кривизны и отклонения от контрольных значений, им заданных [17].

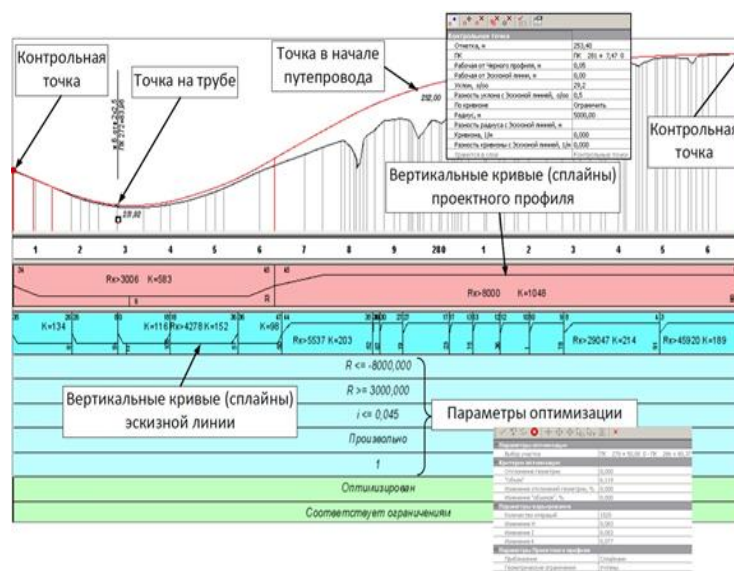


Рисунок 1.21 – Участок продольного профиля. Проектная линия создана сплайн-оптимизацией

Набор различных конструктивных полос проезжей части и обочины позволяет создавать поперечники дорог любого типа, включая городские улицы. Еще в системе реализован автоматизированный расчет уклонов на виражах несколькими способами. Например, на участках с необеспеченным водоотводом можно выполнить отгон поперечных уклонов покрытия по принципу «сухих» виражей (рисунок 1.22).

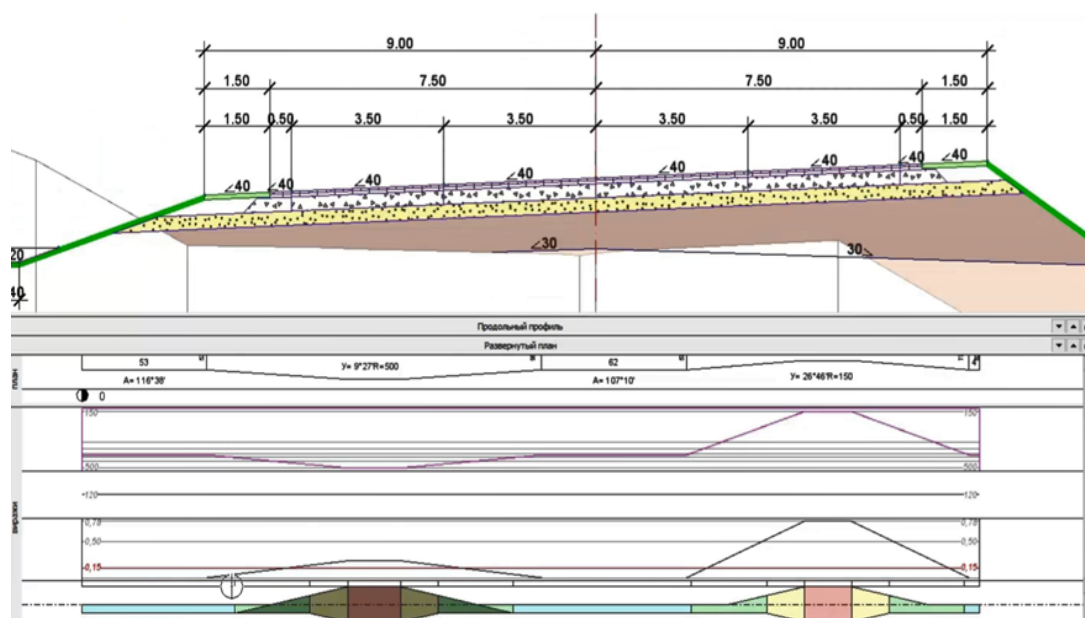


Рисунок 1.22 – Расчет виражей и поперечника на закруглении

Как подсказка специалисту – красным цветом выделяются те участки, на которых нарушены требования по безопасному и комфортному движению на закруглениях с заданной скоростью [17].

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Какова организация и состав экономических изысканий?
2. Какие существуют режимы транспортных потоков?
3. Как осуществляется контроль выполнения технических изысканий?
4. Расскажите о назначении графиков аварийности и пропускной способности дороги.
5. Как производится обследование земляного полотна и дорожной одежды?
6. Что является источником увлажнения земляного полотна?
7. Перечислите требования к почво-грунтам лётных полей.
8. Как определяют экономическую эффективность строительства дороги?
9. Какие режимы протекания воды в трубе и когда они устанавливаются?
10. Как прокладывается трасса дороги, когда уклон местности больше допустимого уклона дороги?
11. Как перемещается взгляд водителя при проезде по дороге?
12. Где следует располагать пересечения дорог на одном уровне?
13. Назовите основные элементы земляного полотна.
14. Как выполняется сравнение вариантов дороги по эксплуатационно-техническим показателям?
15. В каких случаях проектируют направляющие устройства?
16. Какие существуют типы ограждений автомобильных дорог?
17. В каких случаях следует проектировать переходно-скоростные полосы на пересечениях и примыканиях автомобильных дорог?
18. В чем заключается обустройство пересечений и примыканий автомобильных дорог?
19. Как определяют размер отверстия трубы по графикам водопрпускной способности?
20. Как определяют отверстия моста, глубину воды перед мостом, отметку настила моста, длину моста?

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Данные по вариантам для практических заданий приведены в приложении – 4.

№ 1

Проектирование продольного профиля дороги

1. Расчет рекомендуемой рабочей отметки

Рекомендуемая рабочая отметка насыпи, которой следует придерживаться при проектировании продольного профиля дороги, устанавливается в соответствии с ограничениями СНиП РК 3.03.09-2006 (с изменениями по состоянию на 22.04.2014г.) по наименьшему возвышению поверхности покрытия над уровнем грунтовых и поверхностных вод на мокрых и сырых участках трассы и наименьшему возвышению бровки насыпи над расчетным уровнем снегового покрова.

Величина рекомендуемой рабочей отметки определяется по формуле:

$$h_p = H_{CH} + \Delta h \quad (1.31)$$

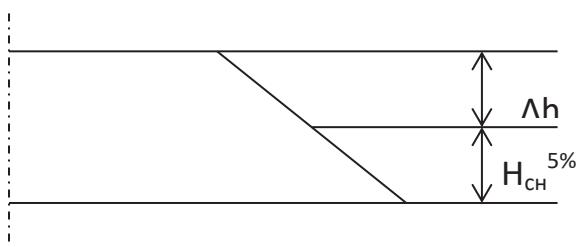


Рисунок 1.23 – Схема к определению рекомендуемой рабочей отметки из условия снегонезаносимости

где $H_{CH}^{5\%}$ – расчетный уровень снегового покрова, м;

Δh – минимальное возвышение бровки земляного полотна над расчетным уровнем снегового покрова, м;

2. Определение проектных отметок на вертикальной кривой

Определяем алгебраическую разность уклонов Δi , принимая, что при движении на подъем $i+$, при движении на спуск $i-$;

$$\Delta i = i_1 - i_2 \quad (1.32)$$

Определяем длину вертикальной кривой K :

$$K = \Delta i \times R \quad (1.33)$$

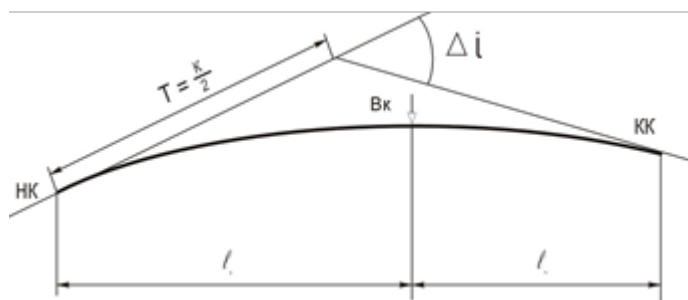


Рисунок 1.24 – Схема к определению расстояния до вершины кривой

Определяем расстояние до вершины кривой $l_{вк}$:

$$l_{вк} = i \times R \quad (1.34)$$

Определяем отметку в вершине кривой:

$$H_{вк} = H_{НК} - \frac{l_{вк}^2}{2R} \quad (1.35)$$

Отметка в любой точке на вертикальной кривой определяется как:

$$H_k = H_{вк} \pm \frac{x_k^2}{2R} \quad (1.36)$$

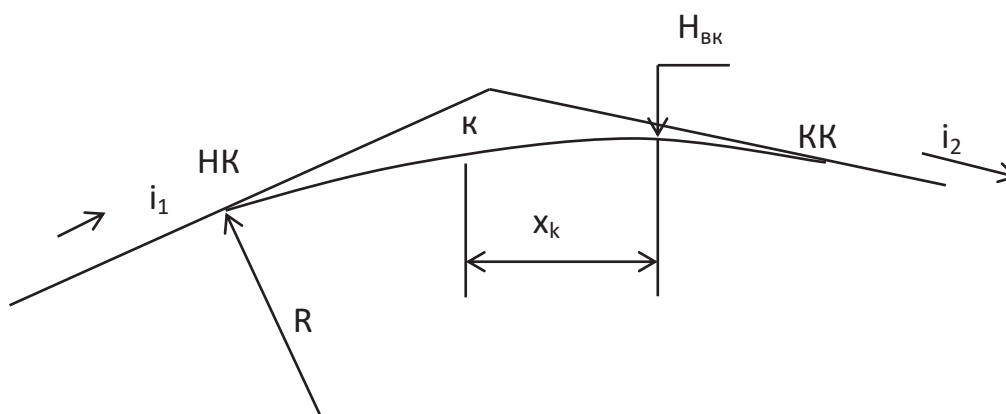


Рисунок 1.25 – Схема к определению проектных отметок в любой точке на вертикальной кривой

№ 2

Конструкция и расчет дренажа

Дренаж устраивают для перехвата или понижения уровня грунтовых вод. Целесообразно прокладывать дрены под боковыми канавами, где они доступны для ремонта в случае заиливания.

1. Расчет глубины заложения дренажа:

$$h_d = Z_{\max} + e + a + h_o + f - b \quad (1.37)$$

где $Z_{\max}$ – глубина промерзания грунта, м;

e – уровень возможного колебания капиллярных вод, м;

a – высота капиллярного подъема грунтовой воды, м;

h_o – расстояние от верха дрены до дна дренажа, м;

f – стрела изгиба кривой депрессии, м;

b – расстояние от бровки земляного полотна до дна водоотводной канавы, м.

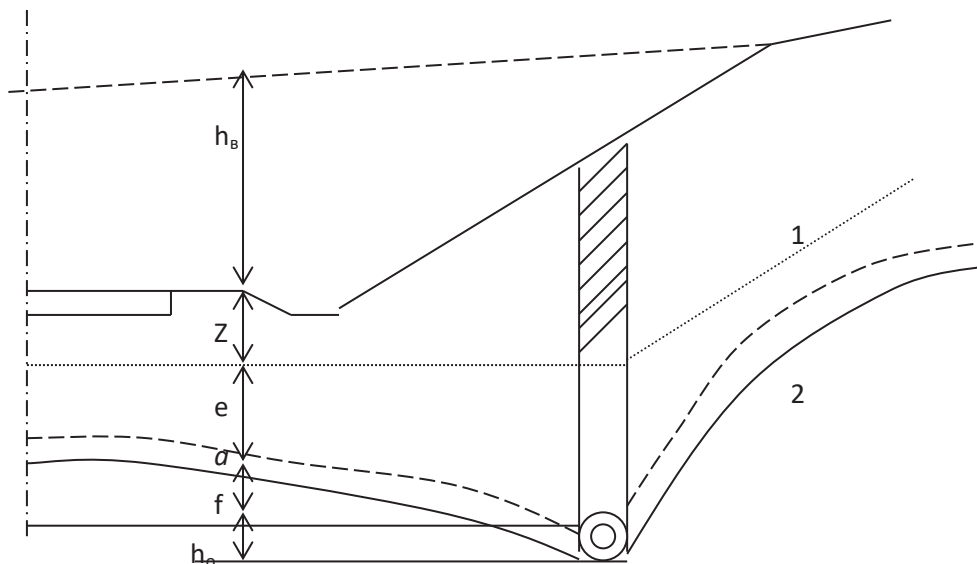


Рисунок 1.26 – Схема к определению глубины заложения дренажа в выемке
1 – граница промерзания грунта; 2 – кривая депрессии

$$f = I \times m \quad (1.38)$$

где I – средний уклон кривой депрессии, ‰;

m – расстояние от внутренней стенки дренажной канавы до вертикали, проходящей через бровку земляного полотна, м.

2. Расчет расхода воды на 1 п.м. водосборной части дренажа

Приток воды на 1 п.м. длины дрены вычисляется по формуле:

$$q_{п.м} = k \times h' \times i_B \quad (1.39)$$

где k – коэффициент фильтрации, определяемый испытаниями образцов

грунта, м/с;

h' – глубина водоносного слоя, м;

i_b – уклон водоносного слоя, ‰;

3. Расход воды на длине l , подлежащей отводу воды, определяется по формуле:

$$Q = q_{п.м} \times l \quad (1.40)$$

Диаметр дренажной трубы будет равен:

$$d = \sqrt{\left(\frac{k_d}{24}\right)} \quad (1.41)$$

где k_d – расходная характеристика дренажной трубы;

Расходная характеристика определяется следующим образом:

$$k_d = \frac{Q}{i_d^{1/2}} \quad (1.42)$$

где i_d – уклон дренажной трубы, ‰;

Скорость течения в круглой дренажной трубе будет равна:

$$V_d = W_d \times \sqrt{i_d} \quad (1.43)$$

где W_d – скоростная характеристика дренажной трубы;

Определить пропускную способность дренажной трубы по формуле:

$$Q_{пр} = \varpi_T \times V_d \quad (1.44)$$

№ 3

Подсчет объемов земляных работ

Вычертить участок продольного профиля дороги по заданным отметкам земли (H_z) и проектным отметкам ($H_{пр}$).

Определить рабочие отметки h_p по формуле:

$$h_p = H_z - H_{пр} \quad (1.45)$$

Если отметка земли меньше, чем проектная отметка, то дорога проходит в насыпях. Если отметка земли больше, чем проектная отметка, то дорога проходит в выемке.

Определить расстояние до нулевых точек по формуле:

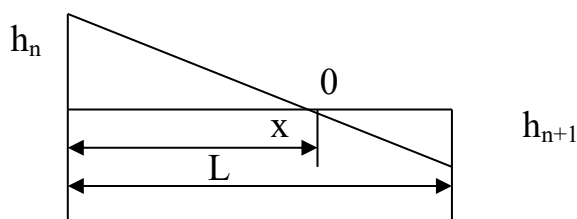


Рисунок 1.27 – Схема к определению расстояния до точки перехода из насыпи в выемку и наоборот.

$$X = \frac{h_n}{h_n + h_{n+1}} \times L \quad (1.46)$$

где h_n – рабочая отметка в n-ом сечении;

h_{n+1} – рабочая отметка в n+1-ом сечении.

Определить профильный объем в насыпях и выемках

Профильный объем определяется по формуле:

$$V_{пр} = \frac{F_1 + F_2}{2} \times L \quad (1.47)$$

где F_1, F_2 – площадь поперечного сечения, m^2 ;

L – расстояние между рассматриваемыми сечениями, м;

Для насыпей:

$$F_1 = (B \times h_{p1} \times m) \times h_{p1}, \quad (1.48)$$

$$F_2 = (B \times h_{p2} \times n) \times h_{p2} \quad (1.49)$$

где B – ширина земляного полотна принимаемая по табл.4. СНиП РК 3.03.09-2006 «Автомобильные дороги» (с изменениями по состоянию на 22.04.2014г.), в зависимости от категории дороги;

h_{p1}, h_{p2} – рабочие отметки, соответственно в 1-ом и во 2-ом сечениях;
 m, n – коэффициенты заложения откосов насыпи, соответственно, в 1-ом и во 2-ом сечениях.

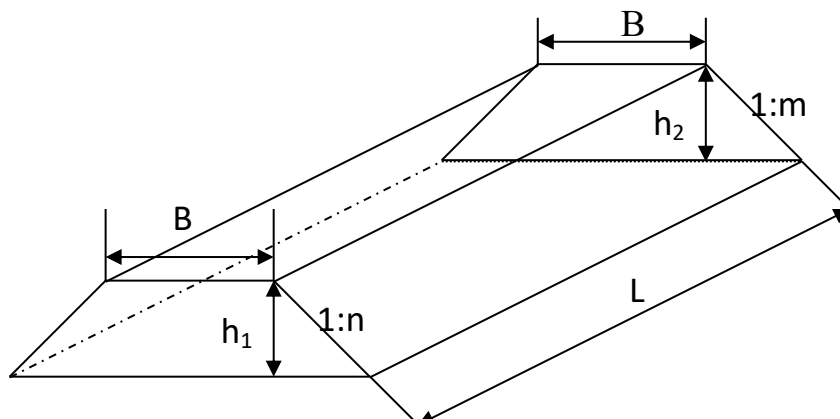


Рисунок 1.28 – Схема к определению профильного объема в насыпях

Для выемок:

$$F_1 = \{B + 2[b_k + h_k(n_1 + m_1)] + (h_{p1} \times m_1)\} \times L, \quad (1.50)$$

$$F_2 = \{B + 2[b_k + h_k(n_2 + m_2)] + (h_{p2} \times m_2)\} \times L \quad (1.51)$$

где b_k – ширина водоотводной канавы по дну, м;

h_k – глубина водоотводной канавы, м.

Определить поправку на растительный слой $\Delta V_{p.c}$

Для насыпей:

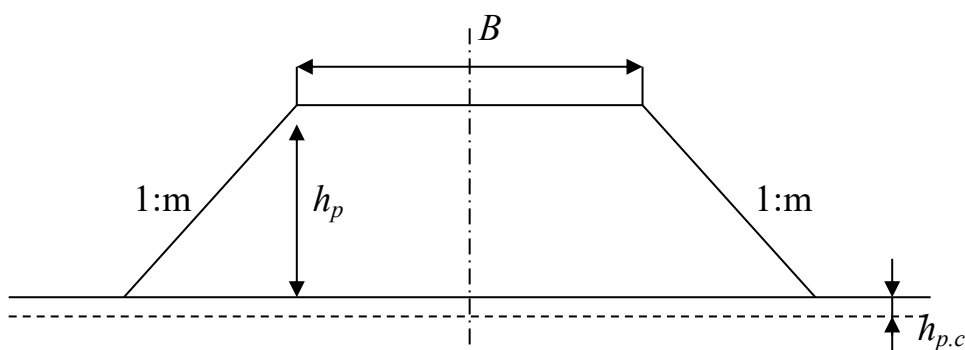


Рисунок 1.29 – Схема к определению поправки на снятие растительного слоя в насыпи

$$\Delta V_{p.c} = [(B + 2h_p \times m) \times h_{p.c}] \times L \quad (1.52)$$

где $h_{p.c}$ – толщина растительного слоя, м (по заданию).

Для выемок:

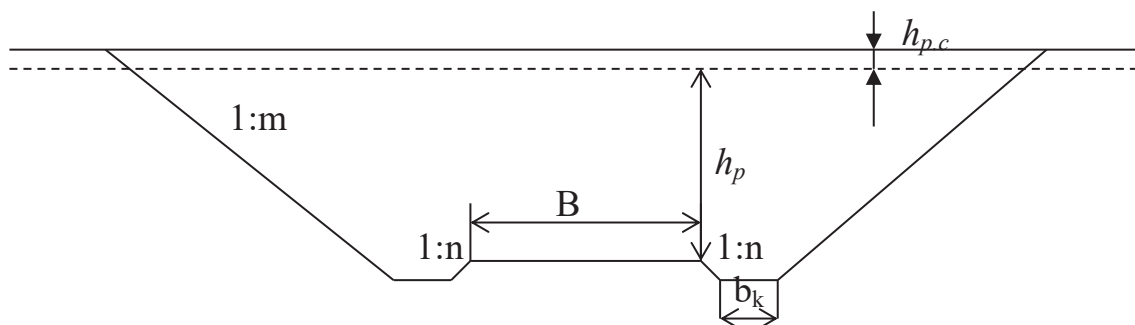


Рисунок 1.30 – Схема к определению поправке растительного слоя в выемке

$$\Delta V_{p.c} = \{(B + 2[b_k + h_k(n + m)]) + 2(h_p \times m)\} \times h_{p.c} \times L \quad (1.53)$$

Определить поправку на устройство дорожной одежды.

$$\Delta V_{d.o} = B_{п.ч} \times h_{d.o} \times L \quad (1.54)$$

где $B_{п.ч}$ – ширина проезжей части, м (определяемая по СНиП РК 3.03.09-2006 «Автомобильные дороги» (с изменениями на 2014г.) в зависимости от технической категории дороги);

$h_{d.o}$ – толщина дорожной одежды, м (по заданию).

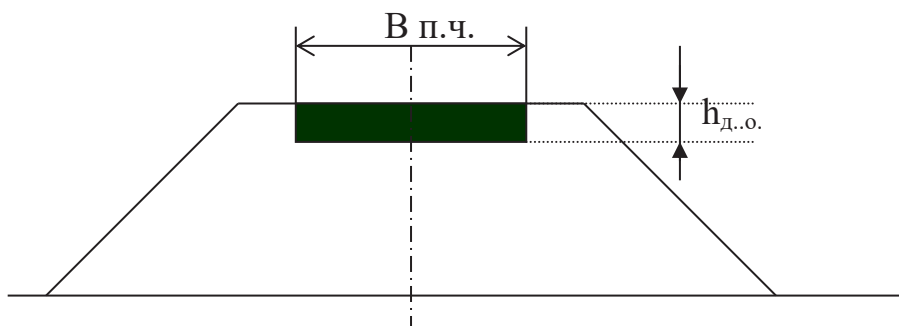


Рисунок 1.31 – Схема к определению поправки на дорожную одежду

Определить фактический объем насыпей и выемок по формулам:

$$V_{\phi}^H = (V_{пр} - \Delta V_{d.o} + \Delta V_{p.c}) \times K_y \quad (1.54)$$

где K_y – коэффициент относительного уплотнения.

$$V_{\phi}^B = V_{пр} + \Delta V_{d.o} - \Delta V_{p.c} \quad (1.55)$$

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Комплекс зданий и сооружений для обслуживания пассажирских и грузовых перевозок, а также подвижного состава

- 1) здания сооружения автотранспортной службы;
- 2) здания сооружения дорожной службы;
- 3) линейные здания;
- 4) автостанция грузовая;
- 5) гостиница придорожная.

2. Комплекс зданий и сооружения для размещения служб, обеспечивающих содержания и ремонт автомобильных дорог

- 1) гостиница придорожная;
- 2) здания сооружения автотранспортной службы;
- 3) линейные здания;
- 4) автостанция грузовая;
- 5) сооружения дорожной службы.

3. Один из важнейших показателей, характеризующих работу дорог

- 1) интенсивность движения;
- 2) классификация дорог;
- 3) категория дорог;
- 4) дорожная одежда;
- 5) расчетная скорость.

4. Прикладная наука, изучающая законы равновесия и движения жидкостей и разрабатывающие методы применения этих законов к решению практических инженерных задач

- 1) гидравлика;
- 2) гидрология;
- 3) гидрометрия;
- 4) гидростатика;
- 5) гидродинамика.

5. Наука о стоке

- 1) гидродинамика;
- 2) гидростатика;
- 3) гидравлика;
- 4) гидрология;
- 5) гидрометрия.

6. Укажите максимально допускаемую глубину боковых резервов

- 1) 0,5 м;
- 2) 1,5 м;

- 3) 0,75 м;
- 4) 1,0 м;
- 5) 2,0 м.

7. Раздел гидравлики, рассматривающий условия равновесия покоящейся жидкости, называется

- 1) гидростатика;
- 2) гидравлика;
- 3) гидрология;
- 4) гидрометрия;
- 5) гидродинамика.

8. Путь частицы жидкости в пространстве

- 1) траектория движения;
- 2) линия тока;
- 3) элементарная струйка жидкости;
- 4) поток жидкости;
- 5) скорость жидкости.

9. Стенка, перегораживающая поток и обеспечивающая перелив воды через ее гребень, называется

- 1) водослив;
- 2) поток жидкости;
- 3) струйка жидкости;
- 4) подпорная стенка;
- 5) бьеф.

10. Часть потока, расположенная ниже водослива, называется

- 1) струйка жидкости;
- 2) поток жидкости;
- 3) нижний бьеф;
- 4) водослив;
- 5) верхний бьеф.

11. Виды изысканий

- 1) экономические и технические;
- 2) технические и технологические;
- 3) экономические и строительные;
- 4) технические и механические;
- 5) технологические и эксплуатационные.

12. Экономические изыскания разделяют на

- 1) комплексные и титульные;
- 2) индивидуальные и комплексные;
- 3) комплексные и проблемные;

- 4) титульные и проблемные;
- 5) индивидуальные и проблемные.

13. Составление технорабочего проекта, установленных для технически несложных объектов на освоенных территориях, проектирование ведется

- 1) одну стадию;
- 2) две стадии;
- 3) три стадии;
- 4) несколько стадий;
- 5) в начальной стадии.

14. Территория, обслуживаемая дорогой, называется

- 1) район тяготения;
- 2) грузонапряженность;
- 3) район изыскания;
- 4) район строительства;
- 5) грузо - и пассажиропотоки.

15. К средним водопропускным сооружениям относят

- 1) трубы длиной более 30 м;
- 2) трубы и мосты длиной до 30 м;
- 3) мосты длиной более 100 м;
- 4) мосты длиной 30-100 м;
- 5) трубы и мосты длиной более 30 м.

16. При каком режиме протекания воды наблюдается, когда вход в трубу заполнен, но труба не работает полным сечением

- 1) безнапорный;
- 2) напорный;
- 3) полупонапорный;
- 4) гидравлический;
- 5) напорно-гидравлический.

17. По форме поперечного сечения различают трубы

- 1) треугольные;
- 2) овоидальные;
- 3) прямоугольные;
- 4) круглые;
- 5) все перечисленные.

18. Основные элементы водопропускных труб

- 1) фундамент;
- 2) секции;
- 3) входной оголовок;
- 4) выходной оголовок;

5) все перечисленные.

19. Какие работы входят в состав технических изысканий

- 1) инженерно-геологические обследования;
- 2) топографо-геодезические работы;
- 3) гидрологические;
- 4) все перечисленные;
- 5) гидрометрические работы.

20. Нормируемая допустимая нагрузка на одно колесо одиночной оси для автомобилей группы А

- 1) 70кН;
- 2) 60кН;
- 3) 50кН;
- 4) 40кН;
- 5) 30кН.

КРАТКИЕ ВЫВОДЫ

При изучении раздела обучающиеся осваивают следующие знания и навыки: стадии проектирования, проект, рабочая документация, проектирование дорожных одежд, водопропускных сооружений на малых водотоках, проектирование земляного полотна и водоотводных устройств, обустройство дороги.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автомобильные дороги. СНиП РК 3.03-09-2006. Издание официальное. Комитет по делам строительства Министерства индустрии и торговли РК Астана, 2014.
2. Бабков В. Ф. Дорожные условия и БД. М., Транспорт, 1982
3. Бабков В.Ф. Развитие техники дорожного строительства. М., Транспорт. 1988.
4. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог. 4.1 и 4.2, М., Транспорт, 1987.
5. Бойков В.Н., П.И. Поспелов, Г.А. Федотов. Автоматизированное проектирование автомобильных дорог. М: Академия, 2017.
6. ГОСТ 33100-2014 Межгосударственный стандарт. Дороги автомобильные общего пользования. Правила проектирования автомобильных дорог.
7. Закон Республики Казахстан от 17 июля 2001 года № 245-ІІ «Об автомобильных дорогах» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 02.07.2020 г.).
8. Красильщиков И.М., Елизаров Л.В., Проектирование автомобильных дорог. М.Транспорт, 1986.
9. Кудрявцев М.Н., Коганович В.Е. Изыскания и проектирование автомобильных дорог. М. Транспорт, 1980.
10. Орнатский Н.П. Автодороги и охрана природы. М. Транспорт, 1985.
11. ПР РК 218-22.1-04 «Инструкция по классификации работ при эксплуатации автомобильных дорог и дорожных сооружений», 2004.
12. СП РК 3.03-104-2014 (утвержден и введен в действие с 1 июля 2015г) "Проектирование дорожных одежд нежесткого типа".
13. СТ РК 1378-2005 «Дороги автомобильные. Учет интенсивности движения», 2005г.
14. Федотов Г.А., П.И. Поспелов. Проектирование автомобильных дорог. Справочник энциклопедия дорожника. М. ФГУП «Информавтодор», 2007.
15. Федотов Г.А., Поспелов П.И. Изыскание и проектирование автомобильных дорог. М. Академия, 2015.
16. <http://referatwork.ru/>
17. <https://credo-dialogue.ru/>
18. <https://studme.org/>
19. www.topomatic.ru

РАЗДЕЛ 2. ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Цели обучения

После прохождения данного раздела обучающиеся смогут:

1. Владеть основами рыночной экономики;
2. Рассчитывать показатели использования основных производственных фондов, их среднегодовую стоимость и сумму амортизации;
3. Рассчитывать показатели оборачиваемости оборотных средств;
4. Производить расчеты стоимости строительства автомобильных дорог;
5. Использовать современные методы и принципы управления с целью решения задач, стоящих перед коллективом;
6. Рассчитывать численность рабочих и производительность труда.

Предварительные требования

Перед началом работы с данным разделом обучающиеся должны иметь навыки по:

- применению базовых знаний экономики в профессиональной деятельности.

Необходимые учебные материалы

Тетрадь, ручка, карандаш, инженерный калькулятор, СН РК 8.02-05-2002 Сборники сметных норм и расценок на строительные работы, СН РК 8.02-02-2002 Порядок определения сметной стоимости строительства в Республике Казахстан (с изменениями и дополнениями по состоянию на 31.10.2014 г.)

Введение

Производственная программа – центральный целеполагающий раздел текущего плана развития.

Производственная программа является реализацией производственной стратегии, т.е. удовлетворение потребностей заказчиков в производстве продукции требуемого объема, качества, в оговоренные в договорах сроки.

Производственная программа строится на основе расчетов производственной мощности всего предприятия и основных цехов и баланса производственных мощностей.

Далее для обоснования производственной программы используют расчеты требуемых для его выполнения основных фондов, материальных, трудовых и финансовых ресурсов.

При расчете стоимостных показателей плана товарной и реализованной продукции учитываются: расчет изменения остатков готовой продукции на складе, изменения остатков незавершенного производства и обоснование ценовой политики предприятия по реализации продукции.

2.1 Основы рыночной экономики

2.1.1 Современное состояние экономики и промышленности Республики Казахстан

Экономическая стратегия страны всегда подразумевает соотнесение целей и средств экономического развития в долгосрочном аспекте ее политики. Это особенно важно для страны, осуществляющей крупные преобразования.

Международная Организация экономического сотрудничества и развития (OECD) считает что экономика Казахстана за последние несколько десятилетий прошла через длительный период устойчивого роста с уверенным повышением величины валового внутреннего продукта на душу населения. Благодаря этому пошло улучшения социоэкономических условий жизни граждан страны, снизило уровень бедности и повысило рыночную активность. Масштабный экспорт минеральных и энергетических ресурсов стал основным локомотивом развития страны [5].

Одним из способов достижения экономической диверсификации считается переключение национальной индустрии на производство товаров с высокой прибавочной стоимостью. Правительство страны предполагает что, это позволит увеличить производительность труда и в долгосрочной перспективе продлить период равномерного экономического развития.

2.1.2 Рыночный механизм и принцип его функционирования

Рыночный механизм – это механизм взаимосвязи и взаимодействия основных элементов рынка: спроса, предложения, цены, конкуренции и основных экономических законов рынка.

Рыночный механизм действует на основе экономических законов: изменения спроса, изменения предложения, равновесной цены, конкуренции, стоимости, полезности и прибыли.

Главными действующими целями на рынке являются спрос и предложение, их взаимодействие определяет, что и в каком количестве производить и по какой цене реализовать.

Цены являются важнейшим инструментом рынка так как они обеспечивают его участников необходимой информацией, на основе которой принимается решение об увеличении или сокращении производства того или иного товара. В соответствии с этой информацией происходит движение потоков капиталов и труда из одной отрасли в другую [6].

2.1.3 Предприятие в системе рыночной экономики

Современная рыночная экономика – сложный механизм взаимодействия спроса и предложения, а в конечном счете – производителей и покупателей, механизм, состоящий из большого числа разнообразных производственных, финансовых, коммерческих и информационных структур, функционирующих в рамках принятого в стране законодательства.

Предприятие – самостоятельный хозяйственный субъект, производящий продукцию, выполняющий работы и оказывающий услуги в целях удовлетворения общественных потребностей и получения прибыли.

По итогам 2019 года транспортный сектор показал положительную динамику роста. Объем транспортных услуг увеличился на 5,1%. Для реализации новых задач по дальнейшему развитию транспортной инфраструктуры в декабре 2019 года Правительством была утверждена Государственная программа «Нұрлы жол» на 2020-2025 годы.

Обеспечение качественными, скоростными и безопасными дорогами является ключевой задачей инфраструктурного развития. По итогам прошлого года открыто движение на участках общей протяженностью 641 км. Темиртау-Караганда-Балхаш-Капшагай (1056 км) - 61 км (Караганда-Темиртау и обход г. Караганда); Коридор Центр – Восток (914 км) - 249 км (180 км-Нур-Султан-Павлодар, 69 км-Павлодар-Семей); Кокшетау - Петропавловск - гр. РФ (260 км) - 16 км (7 км-подъезд к г. Кокшетау, 9 км-Петропавловск-гр. РФ); Бейнеу – Акжигит (85 км) – 85 км; Таскескен - Бахты (187 км) - 18 км; Щучинск – Зеренда (80 км) – 80 км; Кандыагаш-Макат (359 км) - 26 км; Жетибай – Жанаозен (73 км) – 73 км. Для устранения дефектов капитальным и средним ремонтом было отремонтировано 1,1 тыс. км республиканских и 3,5 тыс. км местных дорог областного и районного значения [9].

Строительство и реконструкция ведется на 4 тыс. км автодорог республиканской сети (Караганда-Балхаш-Капшагай, Актобе-Атырау-Астрахань, Талдыкорган-Усть-Каменогорск, Калбатау-Майкапшагай, Кокшетау-Петропавловск-Курган, Узынагаш-Отар, Мерке-Бурылбайтал, Костанай-Денисовка, Ушарал-Достык). Справочно: В соответствии, с поручением поставленным перед Правительством в конце 2020 года планируется открыть движение на участках автодорог общей протяженностью 2,6 тыс. км Талдыкорган-Усть-Каменогорск (763 км) - 763 км; Караганда-Балхаш-Капшагай (955 км) - 645 км (363 км-Караганда-Балхаш, 282-Балхаш-Курты); Актобе - Атырау-Астрахань (725 км) - 279 км (60 км Атырау-Астрахань, 219 км Кандыагаш-Макат); Калбатау-Майкапшагай (415 км) - 415 км; Мерке-Бурылбайтал (266 км) - 266 км; Ушарал-Достык (184 км) - 60 км; Узынагаш-Отар (96 км) - 56 км; Кокшетау-Петропавловск-Курган (260 км) -67 км (60 км-Петропавловск-Курган, 7-км подъезд г. Кокшетау); Костанай-Денисовка (114 км) - 60 км (Рудный-Денисовка). Капитальным и средним ремонтом охвачено 1,5 тыс. км, из которых будут завершено 1,1 тыс. км. На сегодня функционируют 1 815 объектов придорожного сервиса, из которых 894 (49%) соответствует требованиям Национального стандарта [23].

2.1.4 Основные фонды дорожно – строительных предприятий

Основные фонды строительной организации (объединения) представляют собой совокупность материально - вещественных ценностей, созданных общественным трудом, длительно участвующих в процессе

производства в неизменной натуральной форме и переносящие свою стоимость на изготовленную продукцию по частям по мере износа.

Основные фонды – часть имущества, используемая в качестве средств труда при производстве продукции, выполнении работ или оказании услуг, либо для управления организацией в течение периода, превышающего 12 месяцев. Не относятся к основным фондам и не учитываются организацией в составе средств в обороте предметы, используемые в течение периода менее 12 месяцев, независимо от их стоимости; а также предметы стоимостью на дату приобретения не более сто кратного установленного законом размера минимальной месячной оплаты труда за единицу, независимо от срока их полезного использования.

Срок полезного использования – период, в течение которого использование объекта основных фондов призвано приносить доход организации. Для отдельных групп основных фондов срок полезного использования определяется исходя из количества продукции или иного натурального показателя объёма работ, ожидаемого к получению в результате использования этого объекта.

Основные фонды играют огромную роль в процессе труда, они в своей совокупности образуют производственно-техническую базу и определяют производственную мощь предприятия [13].

На протяжении длительного периода использования основные фонды поступают на предприятие и передаются в эксплуатацию, изнашиваются в результате эксплуатации, подвергаются ремонту, при помощи которого восстанавливаются их физические качества, перемещаются внутри предприятия, выбывают с предприятия, вследствие ветхости или нецелесообразности дальнейшего использования. Одним из показателей лучшего использования основных фондов является увеличение времени их работы путём сокращения простоев, повышение производительности на базе внедрения новой техники и технологии, повышение фондоотдачи, т.е. увеличение выпуска продукции на каждый тенге основных фондов [14].

В зависимости от целевого назначения и выполняемым функциям основные средства подразделяются на следующие виды:

1. Здания, в том числе наружные постройки к зданию, имеющие хозяйственное значение (склады, гаражи, и др.);
2. Сооружения (автодороги, мосты и др.);
3. Передаточные устройства (провода, линии электропередачи);
4. Машины и оборудование, в том числе:
 - силовые (паровые двигатели, двигатели внутреннего сгорания);
 - рабочие (станки, аппараты, установки, агрегаты и т.д.).
5. Измерительные и регулирующие устройства и приборы (манометры, весы, микроскопы);
6. Вычислительная техника (компьютеры, мониторы, принтеры);
7. Транспортные средства (средства передвижения, предназначенные для передвижения людей, грузов и веществ различного назначения);

8. Инструменты (предметы, имеющие самостоятельное значение и не являющиеся составной частью какого-либо объекта);

9. Хозяйственный инвентарь (шкафы, столы, сейфы, и т.д.);

10. Прочие основные средства (рабочий скот, многолетние насаждения);

11. К основным средствам также относятся капитальные вложения на коренное улучшение земель (осушительные, оросительные и другие работы) и в арендованные объекты основных средств. Капитальные вложения в многолетние насаждения, коренное улучшение земель включаются в состав основных средств ежегодно в сумме затрат, относящихся к принятым в эксплуатацию площадям, независимо от окончания всего комплекса работ.

С точки зрения участия основных средств в производственном процессе, они подразделяются на две части:

- активная (рабочие и силовые машины, транспортные средства, инструмент и инвентарь);

- пассивная (здания, сооружения).

По принадлежности основные средства подразделяются:

- на собственные (находящиеся на балансе организации);

- привлеченные (взятые во временное пользование у другой организации на условиях аренды).

По признаку использования основные средства подразделяются:

- на действующие (функционирующие в процессе производства);

- бездействующие (находящиеся на консервации или в запасе).

В зависимости от характера участия основных средств в сфере материального производства они подразделяются на две группы: производственные и непроизводственные [11].

К производственным основным фондам относятся средства труда, которые прямо или косвенно участвуют в создании продукции и переносят на нее свою стоимость.

К непроизводственным основным фондам относятся находящиеся в ведении предприятия, длительно существующие объекты непроизводственного назначения, которые не участвуют в процессе производства, но предназначенные для удовлетворения бытовых и культурных нужд работников (здания, сооружения, оборудование жилищного, культурно-бытового, медицинского и другого гражданского назначения) и не переносящие на готовую продукцию свою стоимость.

Многообразие основных фондов и их составных частей, различный характер участия в производственно-хозяйственной деятельности предприятия вызывает необходимость в анализе не только общего объема основных фондов, но и в рассмотрении их состава, структуры и динамики.

При анализе основных фондов особое внимание следует обращать именно на производственные основные фонды, так как их количество и качество оказывает влияние на вырабатываемую продукцию. Однако не все группы этих фондов играют одинаковую роль в процессе производства.

Некоторые из них используются в качестве орудий труда, другие способствуют непрерывному производственному процессу, третьи создают условия для работы производства [6].

По степени активного участия основных производственных фондов в производственном процессе первую из перечисленных выше групп относят к активной части, а две другие - к пассивной, роль которой сводится к созданию условий для нормального хода процесса производства. Соотношение между активной и пассивной частями основных фондов должно быть оптимальным, так как от их оптимального сочетания во многом зависят фондоотдача, фондорентабельность, финансовое состояние предприятия [1].

Удельный вес активной части основных производственных фондов (α_a) характеризует прогрессивность структуры основных производственных фондов, отражая долю их активной части (машин, механизмов, транспортных средств и т. п.) в процентах к общей стоимости фондов отрасли, министерства, треста, организации и определяется по формуле:

$$\alpha_a = \text{ОФ}_a / \text{ОФ} \times 100 \quad (2.1)$$

где ОФ_a – балансовая стоимость активной части основных производственных фондов;

ОФ – полная балансовая стоимость всех основных производственных фондов.

Структура активных фондов по видам машин и оборудования представлена ниже в процентах (таблица 2.1):

Таблица 2.1 – Структура активных фондов

Силовые машины и оборудование	9,4%
Рабочие машины и оборудование	85,2%
Измерительные приборы и лабораторное оборудование	2,3%
Вычислительная техника	1,4%
Прочие машины и оборудование	1,7%

Показатели использования основных фондов. От эффективности использования средства труда (основных фондов) во многом зависят конечные производственные, экономические и финансовые результаты деятельности предприятия. Это соответственно объемы произведенной продукции, величина дохода (выручки), полученная предприятием от ее продажи, валовая прибыль (убытки) [4].

Для характеристики использования основных фондов применяются различные стоимостные показатели. Поэтому, и с точки зрения экономической сущности средства труда, и с точки зрения использования в процессе управления экономикой и финансами предприятия исключительно их стоимостной формы (основные средства) вполне можно применять

понятие «показатели использования основных фондов». Тем более что рудиментарно в названии целого ряда показателей используется слово «фонд».

К показателям состояния основных фондов относятся:

1. Коэффициент износа;
2. Коэффициент годности;
3. Коэффициент обновления;
4. Коэффициент выбытия.

Коэффициент износа – показатель, характеризующий степень изношенности средства труда. Он определяется как отношение суммы начисленной амортизации основных фондов к их первоначальной стоимости. (Коэффициент износа характеризует долю изношенной части основных фондов в общей стоимости основных средств).

$$K_{\text{изн}} = \frac{\Sigma_{\text{износ}}}{\text{ОФ}_{\text{п}}} = 1 - K_{\text{годн}} \quad (2.2)$$

Коэффициент годности – показатель, характеризующий состояние основных фондов на определенную дату. Он исчисляется отношением остаточной стоимости основных фондов к их первоначальной стоимости. Оба коэффициента взаимосвязаны и в сумме составляют единицу, или в процентном выражении 100 %.

$$K_{\text{годн}} = 1 - K_{\text{изн}} = \frac{\text{ОФ}_{\text{ост}}}{\text{ОФ}_{\text{п}}} \quad (2.3)$$

Коэффициент обновления - показатель, характеризующий долю введенных в действие в данном периоде новых основных фондов. Рассчитывается как отношение стоимости введенных в действие в течение года основных фондов к стоимости основных фондов на конец года. (Коэффициент обновления определяется отношением стоимости новых основных фондов к стоимости основных средств на конец отчетного периода) [11].

$$K_{\text{обн}} = \frac{\text{ОФ}_{\text{нов}}}{\text{ОФ}_{\text{кг}}} \quad (2.4)$$

Коэффициент выбытия – показатель, характеризующий долю выбывших в данном периоде основных фондов. Рассчитывается как отношение стоимости выбывших в течение года основных фондов к стоимости основных фондов на конец года. (Коэффициент выбытия определяется отношением стоимости всех выбывших основных фондов к стоимости основных фондов на начало отчетного периода).

$$K_{\text{выб}} = \frac{\text{ОФ}_{\text{выб}}}{\text{ОФ}_{\text{нг}}} \quad (2.5)$$

К показателям движения основных средств относят:

– *Коэффициент поступления (ввода)* определяется отношением стоимости вновь поступивших основных фондов к стоимости основных фондов на конец отчетного периода.

$$K_{\text{вв}} = \frac{\text{ОФ}_{\text{вв}}}{\text{ОФ}_{\text{кг}}} \quad (2.6)$$

– *Коэффициент ликвидации* основных средств определяется как отношение стоимости ликвидированных основных средств (из-за ветхости и износа) к стоимости основных средств на начало отчетного периода.

$$K_{\text{лик}} = \frac{\text{ОФ}_{\text{лик}}}{\text{ОФ}_{\text{нг}}} \quad (2.7)$$

– Отношение стоимости выбывших из-за ветхости и износа (ликвидированных) основных фондов, к объему вновь введенных характеризует интенсивность замены (*коэффициент замены*).

$$K_{\text{зам}} = \frac{\text{ОФ}_{\text{лик}}}{\text{ОФ}_{\text{вв}}} \quad (2.8)$$

$$K_{\text{расш}} = 1 - K_{\text{зам}} \quad (2.9)$$

где $\text{ОФ}_{\text{вв}}$, $\text{ОФ}_{\text{выб}}$, $\text{ОФ}_{\text{нов}}$, $\text{ОФ}_{\text{лик}}$ – поступившие, выбывшие, новые и ликвидированные фонды по стоимостной оценке;

$K_{\text{расш}}$ – коэффициент расширения.

К показателям степени использования основных фондов относятся:

- фондоотдача;
- фондоемкость;
- фондовооруженность.

Обобщающим показателем эффективности использования основных фондов является *фондоотдача* ($\Phi_{\text{отд}}$). Она характеризует объем выпускаемой продукции в стоимостном выражении, приходящийся на стоимость основных фондов [4].

Фондоотдача показывает, какой объем товарной продукции приходится на один тенге среднегодовой стоимости основных фондов. Чем выше фондоотдача, тем эффективнее используются основные средства предприятия. Фондоотдача может быть рассчитана по объему продаж, реализованной, отгруженной, товарной продукции.

$$\Phi_{\text{отд}} = \frac{V_{\text{тп}}}{\text{ОФ}_{\text{г}}} \quad (2.10)$$

где $V_{\text{тп}}$ – объем товарной продукции.

Показатель *фондоемкости* является обратным по отношению к

фондоотдаче и рассчитывается как отношение средней стоимости основных фондов к объему произведенной продукции за тот же период времени. Фондоемкость ($\Phi_{\text{емк}}$) рассчитывается для определения потребности в основных фондах и капитальных вложениях [5].

2.1.5 Оборотные средства дорожно – строительных организаций

Оборотные средства – это финансовая категория, которая находит отражение в активе баланса строительной организации и представляет ее оборотный капитал.

Оборотный капитал представляет собой совокупность материальных и денежных средств, участвующих и потребляемых в одном производственном цикле и полностью переносящих свою себестоимость на готовую продукцию.

Наличие оборотных средств позволяет строительной организации обеспечить бесперебойный процесс снабжения, производства и реализации продукции [6].

Часть оборотных средств, которая функционирует в сфере производства, является оборотными фондами организации. Другая часть, которая находится в сфере обращения, оставляет фонды обращения (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Состав оборотных средств в строительстве

Оборотные средства	
Оборотные фонды	Фонды обращения
а) производственные запасы	- средства в расчетах
- основные материалы	- денежные средства
- конструкции, детали и изделия	
- вспомогательные материалы и топливо	
- прочие производственные запасы	
б) средства в процессе производства	
- незавершенное производство	
подсобных производств	
- незавершенное производство СМР	
- расходы будущих периодов	

К оборотным фондам относятся:

- материально – производственные запасы и средства в процессе производства.

- производственные запасы – это предметы труда, которые еще не использованы в производственном процессе и находятся на предприятии в определенном размере, обеспечивающем непрерывность производственного процесса.

К материально-производственным запасам относятся:

- сырье и основные материалы (кирпич, лес, металл и т.п.)
- детали и конструкции (детали – дверные полотна, архитектурные

детали; конструкции – колонны, стенные панели, лестничные марши и площадки);

- покупные полуфабрикаты и комплектующие изделия (санитарно-технические и электротехнические материалы);

- вспомогательные материалы (запасные части для машин и механизмов, топливо, тара и смазочные материалы).

К средствам в процессе производства относятся:

- незавершенное производство;

- расходы будущих периодов.

Под незавершенным производством строительно-монтажные работы (СМР) понимаются незаконченные работы по конструктивным элементам и видам строительно-монтажных работ, которые не могут быть включены в акты приемки выполненных работ и оплачены заказчиком. Затраты подрядчика на объектах строительства по незаконченным работам учитываются в составе оборотных средств [13].

К расходам будущих периодов относятся затраты, произведенные организацией в отчетном периоде, но подлежащие включению в себестоимость продукции впоследствии (затраты, связанные с подготовкой производства новых видов продукции и их освоением, по испытанию конструкций и материалов и т.д.).

Фонды обращения включают средства в расчетах и денежные средства.

Средства в расчетах – это дебиторская задолженность, т.е. долги покупателей и заказчиков перед предприятием; кредиторская задолженность, т.е. суммы которые предприятие должно поставщикам и подрядчикам, в том числе по выданным векселям и по расчетам с бюджетом.

Под денежными средствами понимается сумма наличных денежных средств в кассе организации, на счетах в банке, ценные бумаги (акции, облигации, векселя) и прочие денежные средства.

Определение потребности организации в оборотных средствах. Нормативную потребность в оборотных средствах рассчитывают по материально-производственным запасам, незавершенному производству СМР и расходам будущих периодов.

Норматив оборотных средств материально-производственных запасов рассчитывается по группам материалов, используемых при производстве СМР. Размер норматива оборотных средств по производственному запасу зависит от текущего, страхового, технологического и транспортного запаса.

Текущий запас необходим для обеспечения непрерывности строительного процесса в период между двумя очередными поставками.

Страховой запас создается во избежание нарушения ритма производства в случае несвоевременной поставки материалов (30-50% текущего запаса).

Технологический (подготовительный) – запас учитывает время на приемку, разгрузку, складирование, комплектацию и подготовку материалов к использованию в производстве [11].

Транспортный запас – учитывает время нахождения материалов в

пути.

Норматив оборотных средств по каждому виду основных материалов определяется по формуле:

$$НМ = (ПМ/Т) \times Н \quad (2.11)$$

где НМ – норматив оборотных средств по каждому виду материалов;

ПМ – потребность в данном виде материалов в рассматриваемом периоде по сметной стоимости СМР;

Т – продолжительность периода в днях;

Н – норма запаса по данному виду материала, дни.

Показатели эффективности использования оборотных средств. Оборотные средства находятся в постоянном движении и последовательно переходят из одной стадии кругооборота, в другую, чем быстрее осуществляется кругооборот, тем меньшая сумма средств необходима для выполнения одного и того же объема СМР. Ускорение оборачиваемости средств свидетельствует, об увеличении выпуска и реализации готовой продукции, приходящейся на каждый тенге оборотных средств строительной организации [11].

Эффективность использования оборотных средств характеризуется показателями:

1. *Коэффициент оборачиваемости оборотных средств* – показывает скорость оборота материальных и денежных средств предприятия.

2. *Оборачиваемость материальных средств* – показывает, за сколько в среднем дней оборачиваются запасы в анализируемом периоде.

3. *Коэффициент загрузки оборотных средств* – отражает отношение среднего остатка оборотных средств за рассматриваемый период к выручке от сдачи СМР заказчику и реализации материалов и услуг.

Эффективность использования оборотных средств зависит от оборачиваемости оборотных средств на стадиях производственных запасов, производства и в сфере обращения.

На стадии производственных запасов эффективность достигается:

- за счет уменьшения текущих, страховых и технологических запасов;
- в результате систематической проверки складских запасов (не допускать сверхнормативных запасов материальных ценностей).

На стадии производства эффективность достигается:

- за счет сокращения сроков строительства;
- путем совершенствования технологии и организации строительных работ;
- за счет сокращения объема незавершенного производства;
- в результате соблюдения ритмичности производства;
- за счет улучшения качества выпускаемой продукции.

В сфере обращения эффективность достигается:

- за счет рационального обеспечения предприятия сырьем, материалами, топливом;
- в результате маркетинговых исследований;
- за счет уменьшения дебиторской задолженности;
- за счет улучшения системы расчетов за выполненные работы;
- путем соблюдения сметной, финансовой и договорной дисциплины.

Источники формирования оборотных средств. Оборотные средства строительной организации формируются за счет собственных и заемных средств.

Собственные оборотные средства – предназначены для обеспечения минимально - необходимой потребности по созданию производственных запасов, а также для поддержания ритмичной работы строительной организации [5].

Источниками собственных оборотных средств являются:

- уставный капитал, который представляет собой совокупность вкладов учредителей в имущество организации при ее создании в размерах, установленных учредительными документами;
- добавочный капитал, который формируется за счет переоценки основных фондов, безвозмездного поступления различных активов и продажи собственных ценных бумаг (доход от продажи акций сверх их номинальной стоимости); эмиссионный доход по акциям (дополнительный выпуск акций);
- резервный капитал, который образуется в размере, определенном уставом организации за счет прибыли и используется для покрытия непредвиденных потерь, а также выплаты дивидендов по привилегированным акциям в случае, когда для этих целей недостаточно прибыли.

К заемным источникам оборотных средств – относятся кредиты банков, кредиторская задолженность и прочие пассивы.

Оборачиваемость оборотных средств (активов) показывает, сколько раз за анализируемый период организация использовала средний имеющийся остаток оборотных средств. Согласно бухгалтерскому балансу, оборотные активы включают: запасы, денежные средства, краткосрочные финансовые вложения и краткосрочную дебиторскую задолженность, включая НДС по приобретенным ценностям. Показатель характеризует долю оборотных средств в общих активах организации и эффективность управления ими. В то же время, на него накладываются отраслевые особенности производственного цикла [19].

Для показателей оборачиваемости, в том числе оборачиваемости оборотных средств, общепринятых нормативов не существует, их анализируют либо в динамики, либо в сравнение с аналогичными предприятиями отрасли. Слишком низкий коэффициент, не оправданный отраслевыми особенностями, показывает излишнее накопление оборотных средств (часто – наименее ликвидной их составляющей, запасов).

Коэффициент оборачиваемости – это финансовый коэффициент показывающий интенсивность использования (скорость оборота) определенных активов или обязательств. Коэффициенты оборачиваемости выступают показателями деловой активности предприятия.

Среди наиболее популярных коэффициентов оборачиваемости в финансовом анализе используют:

- оборачиваемость оборотных активов (отношение годовой выручки к среднегодовой величине оборотных активов);
- оборачиваемость запасов (отношение годовой выручки к среднегодовой стоимости запасов);
- оборачиваемость дебиторской задолженности (отношение годовой выручки к среднегодовой величине дебиторской задолженности);
- оборачиваемость кредиторской задолженности (отношение годовой выручки к среднегодовой величине краткосрочной кредиторской задолженности);
- оборачиваемость активов (отношение годовой выручки к среднегодовой величине всех активов предприятия);
- оборачиваемость собственного капитала (отношение годовой выручки к среднегодовой величине собственного капитала организации).

Так, значение коэффициента оборачиваемости активов равное 3 показывает, что организация в течение года получает выручку втрое больше стоимости своих активов (активы за год "оборачиваются" 3 раза).

Чем больше коэффициент оборачиваемости активов, тем интенсивней используют активы в деятельности организации, тем выше деловая активность. Однако оборачиваемость сильно зависит от отраслевых особенностей. В организациях торговли, где проходят большие объемы выручки, оборачиваемость будет выше; в фондоемких отраслях – ниже. При этом значение оборачиваемости нельзя считать показателем эффективности работы организации, судить о ее прибыльности. Тем не менее, сравнительный анализ коэффициентов оборачиваемости двух аналогичных предприятий одной отрасли может показать различия в эффективности управления активами. Например, большая оборачиваемость дебиторской задолженности говорит о более эффективной собираемости платежей с покупателей [8].

Кроме коэффициента оборачиваемости, оборачиваемость часто рассчитывают в количестве дней, которое занимает один оборот. Для этого 365 дней делят на годовой коэффициент оборачиваемости. Например, коэффициент оборачиваемости активов равный 3 показывает, что активы в среднем оборачиваются за 121,7 дней (т.е. за этот период поступает выручка, равная стоимости имеющихся у организации активов).

2.1.6 Особенности и основные черты предприятий различных форм собственности

Районные коммунальные юридические лица – районные государственные предприятия и районные государственные учреждения, созданные местными исполнительными органами районов, городов областного значения.

Районное коммунальное имущество – имущество района, города областного значения, в том числе бюджет района, города областного значения и иное имущество, не закрепленное за районными коммунальными юридическими лицами, а также имущество, закрепленное за районными коммунальными юридическими лицами.

Потенциальный поставщик – физическое лицо, осуществляющее предпринимательскую деятельность, юридическое лицо (за исключением государственных учреждений, если иное не установлено для них законами Республики Казахстан), временное объединение юридических лиц (консорциум), претендующие на заключение договора о закупках.

Государственные юридические лица – государственные предприятия и государственные учреждения [19].

Государственное учреждение – некоммерческая организация, созданная государством и содержащаяся только за счет бюджета или бюджета (сметы расходов) Национального Банка Республики Казахстан, если дополнительные источники финансирования не установлены законами Республики Казахстан, для осуществления управленческих, социально-культурных или иных функций некоммерческого характера.

Учет государственного имущества – упорядоченная система сбора и обобщения информации об объектах учета для формирования реестра государственного имущества [13].

Реестр государственного имущества – единая информационная автоматизированная система учета государственного имущества, за исключением имущества, находящегося в оперативном управлении специальных государственных органов, Вооруженных Сил, других войск и воинских формирований Республики Казахстан, и государственного материального резерва.

Республиканские юридические лица – республиканские государственные предприятия и республиканские государственные учреждения, имущество которых находится в республиканской собственности.

Республиканское имущество – имущество Республики Казахстан, за исключением коммунального имущества.

Закупки – приобретение заказчиками на платной основе товаров, работ, услуг в порядке, установленном настоящим Законом.

Стратегический объект – имущество, имеющее социально-экономическое значение для устойчивого развития казахстанского общества, владение и (или) пользование, и (или) распоряжение которым будут оказывать влияние на состояние национальной безопасности Республики

Казахстан.

Заказчики – национальные управляющие холдинги, национальные холдинги, национальные компании и организации, пятьдесят и более процентов голосующих акций (долей участия в уставном капитале) которых прямо или косвенно принадлежат национальному управляющему холдингу, национальному холдингу, национальной компании.

Тендерная комиссия (аукционная комиссия) – коллегиальный орган, создаваемый организатором закупок для выполнения процедуры проведения закупок способом тендера (аукциона) [22].

Право хозяйственного ведения – вещное право государственного предприятия на праве хозяйственного ведения, получившего имущество от государства как собственника и осуществляющего в пределах, установленных Гражданским кодексом Республики Казахстан, настоящим Законом и иными законами Республики Казахстан, права владения, пользования и распоряжения этим имуществом.

Государственное предприятие на праве хозяйственного ведения – коммерческая организация, наделенная государством имуществом на праве хозяйственного ведения и отвечающая по своим обязательствам всем принадлежащим ей имуществом.

Виды государственного имущества:

1. Государственное имущество подразделяется на республиканское и коммунальное имущество.

2. В состав республиканского имущества входит:

1) имущество государственной казны:

– средства республиканского бюджета и средства Национального фонда Республики Казахстан;

– иное государственное имущество, не закрепленное за республиканскими юридическими лицами;

2) имущество, закрепленное за республиканскими юридическими лицами.

3. В состав коммунального имущества входит:

1) имущество местной казны:

– средства местного бюджета;

– иное коммунальное имущество, не закрепленное за коммунальными юридическими лицами;

2) имущество, закрепленное за коммунальными юридическими лицами [25].

2.2 Организация производства

2.2.1 Организация производства

Совершенствование производственной и организационной структуры строительства является одним из наиболее действенных факторов ускорения научно-технического прогресса.

Применительно к дорожному строительству актуальность вопросов

совершенствования производственных структур дорожно-строительных организаций определяется следующими обстоятельствами. Дорожное строительство - представляет собой высокомеханизированное производство с мощной материально-технической базой. Для которого в настоящее время характерно значительное углубление процессов концентрации и специализации производства, вызванных оснащением дорожно-строительных организаций высокопроизводительными машинами и оборудованием, обладающими совершенно другими количественными и качественными возможностями по сравнению с использовавшимися ранее, изменением технологии производства работ, их объемов и структуры. Несмотря на это существующая производственная структура дорожно-строительных организаций и их организационные формы продолжают оставаться неизменными на протяжении последних 15 - 20 лет.

Поэтому одним из основных вопросов повышения эффективности дорожного строительства является совершенствование производственных структур дорожно-строительных организаций, приведение их в соответствие с достигнутым уровнем научно-технического прогресса в строительстве [6].

Под производственной структурой дорожно-строительной организации понимается совокупность соподчиненных и взаимосвязанных единиц, выполняющих конкретные производственно-хозяйственные функции, различающихся уровнем специализации и концентрации дорожно-строительного производства и существующих в виде определенных организационных форм [19].

Производственная структура дорожно-строительной организации представляет собой форму организации технологического процесса и находит свое выражение в размере и производственной мощности строительной организации, профиле ее специализации; количестве и профиле специализации ее подразделений (элементов производственной структуры); степени централизации обслуживающих и подсобных производств; комплексе технологических взаимосвязей между подразделениями.

Производственная структура тесно связана с организационной (структурой управления) дорожно-строительной организации, под которой понимается совокупность подразделений и исполнителей аппарата управления, а также функциональных взаимосвязей между ними [15].

Организационная структура дорожно-строительной организации должна проектироваться, создаваться и корректироваться на основе производственной структуры, изменение которой, в свою очередь, может быть обусловлено изменениями следующих основных факторов: технологии производства; его технического оснащения; объемов и структуры работ; территориальной концентрации производства и др.

В свою очередь организационная структура оказывает обратное воздействие на производственную структуру, взаимодействует с ней в процессе управления производством.

Непосредственное влияние на производственную структуру дорожно-строительной организации, в значительной степени определяя ее

количественные и качественные характеристики, оказывают такие формы общественной организации производства, как концентрация, специализация и кооперация [16].

Концентрация дорожно-строительного производства – это процесс укрупнения организаций, который проявляется в сосредоточении производства в крупных организациях, уменьшении числа объектов, на которых ведутся работы, а также в ограничении территориальной рассредоточенности деятельности строительных организаций.

В качестве показателя концентрации производства при проектировании производственной структуры дорожно-строительной организации используется годовой объем строительно-монтажных работ, выполняемых собственными силами [2].

Под специализацией строительного производства понимают разделение общественного труда по различным отраслям и подотраслям, а внутри отраслей - по строительно-монтажным организациям или их подразделениям, имеющим однородную технологию производства или выполняющим однотипные конструктивные элементы и виды работ.

В строительстве различают два вида специализации: отраслевую и технологическую. Отраслевая специализация выражается в создании министерств, главных управлений, строительных организаций, которые выполняют работы по возведению зданий и сооружений определенного назначения для соответствующих отраслей потребителей. Технологическая специализация предполагает расчленение всего процесса строительства сооружения по технологическим признакам на виды работ, конструктивные элементы или технологически однородные процессы. Наиболее перспективна в дорожном строительстве технологическая специализация.

Производственные структуры дорожно-строительных организаций проектируют в следующих случаях: при создании новых дорожно-строительных организаций и при необходимости совершенствовать производственную структуру существующих, что может быть вызвано коренными изменениями в объемах и структуре выполняемых ими работ, в техническом оснащении и технологии производства или одновременным изменением этих факторов.

Перед проектированием производственной структуры дорожно-строительных организаций необходимо установить их профиль и ориентировочную мощность на основе анализа предварительно планируемых им объемов и видов работ, степень загрузки и специализацию других дорожно-строительных организаций, функционирующих в намеченной для рассматриваемых организаций зоне действия. При разработке производственной структуры дорожно-строительная организация рассматривается как условно замкнутая система, т.е. такая система, в которой изменение мощности или специализации одной из составляющих структуры этой организации оказывает влияние на мощность и специализацию других собственных подразделений, как выполняющих такой же набор работ, так и связанных с ней технологически [2].

Формирование производственной структуры дорожно-строительных организаций осуществляется на основе рассмотрения разных ее вариантов, которые различаются количеством, концентрацией и специализацией элементов структуры, производственными мощностями, технологическими и экономическими взаимосвязями, методами организации строительно-монтажных работ и т.д. Рациональная производственная структура дорожно-строительной организации должна базироваться на оптимальном сочетании уровней концентрации и специализации производства, обеспечивающем такие пропорции между элементами структуры, которые обуславливают наиболее экономичное выполнение плановых заданий. Процесс формирования рациональной производственной структуры включает следующие относительно самостоятельные этапы:

- изучение, анализ и обобщение характеристик производственных структур существующих дорожно-строительных организаций;
- формирование массива исходных конкурирующих вариантов производственных структур, отдельных элементов структур и определение их основных технико-экономических показателей;
- выбор наилучшего из конкурирующих вариантов по принятому критерию;
- анализ и корректировка полученной производственной структуры.

Изучение производственных структур существующих организаций, анализ реальных, проверенных практикой тенденций их развития позволяют наметить наиболее приемлемые решения, избежать разработок заведомо бесперспективных вариантов. Формирование исходных вариантов производственных структур и вариантов их отдельных элементов осуществляется с учетом следующих факторов:

- экономически целесообразной годовой загрузки элементов производственной структуры;
- технологической однородности производственных процессов и видов работ, выражающейся в однородности используемых машин и оборудования, строительных материалов и конструкций, технологических приемов и операций;
- временной и пространственной взаимосвязи технологических процессов и видов работ [16];
- степени внутригодовой равномерности производства строительно-монтажных работ и использования трудовых ресурсов;
- завершенности технологических процессов или видов работ, степени готовности конструктивных элементов;
- степени управляемости, проявляющейся в обеспечении эффективного управления дорожно-строительным производством за счет своевременного принятия необходимых решений.

Технико-экономические показатели вариантов производственных структур определяют на основе норм и нормативов потребности в материально-технических и трудовых ресурсах с учетом изменения

эффективности работы подразделений, составляющих структуру, в связи с изменением уровня их технологической специализации и степени концентрации производства. Для характеристики деятельности организации, и ее подразделений используют следующие показатели:

- годовой объем строительно-монтажных работ, выполняемый по генеральному подряду и собственными силами;
- приведенные затраты на производство строительно-монтажных работ;
- среднегодовую стоимость основных производственных фондов, в том числе среднегодовую стоимость основных производственных фондов строительного назначения;
- численность работников, в том числе занятых на строительно-монтажных работах и в подсобном производстве;
- выработку на одного работника, занятого на строительно-монтажных работах и в подсобном производстве;
- фондоотдачу;
- уровень специализации по ведущему виду работ;
- коэффициент однородности производства [7].

Для характеристики других сторон производственно-хозяйственной деятельности проектируемой организации возможен расчет дополнительных показателей.

Исследование конкурирующих вариантов и выбор наилучшей производственной структуры дорожно-строительной организации осуществляется на основе принятого критерия оптимальности. Поскольку изменения производственных структур строительной организации оказывают влияние на величину текущих затрат и единовременных капитальных вложений, то выбор наилучшего варианта следует производить по минимуму приведенных затрат Π , которые и принимаются в качестве критерия оптимальности:

$$\Pi = C + E_n K \quad (2.12)$$

где C – текущие издержки производства (себестоимость строительно-монтажных работ);

K – единовременные затраты по сравниваемым вариантам (вложения на приобретение машин и оборудования, создание производственной базы строительства);

E_n – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности, $E_n = 0,12$.

При проектировании производственной структуры действующей дорожно-строительной организации в условиях, когда не предусмотрены значительные изменения в величине и структуре основных производственных фондов, в качестве критерия оптимальности можно принимать себестоимость строительно-монтажных работ.

Исследовать возможные варианты производственных структур и выбирать, на основе принятого критерия, можно методом вариантного проектирования на основе анализа сравнительной экономической эффективности конкурирующих вариантов и методами экономико-математического моделирования.

Первый метод достаточно прост, однако с его помощью нельзя рассмотреть все возможные варианты структур, в связи, с чем можно выбрать в качестве лучшего неоптимальный вариант.

Применение методов экономико-математического моделирования позволяет избежать этих недостатков и является наиболее перспективным направлением оптимизации производственных структур.

При анализе полученной оптимальной, по принятому критерию, производственной структуры проверяется ее устойчивость к изменению условий, вызвавших ее выбор (т.е. исследуется, например, изменение структуры работ влияет на выбранную производственную структуру дорожно-строительной организации, и ее технико-экономические показатели). На основе этого анализа, а также привязки принятого варианта структуры к конкретным условиям строительства, при которой учитываются дополнительные условия, не принимавшиеся во внимание при формировании вариантов структур, проводятся необходимые корректировки и окончательный выбор структуры [3].

2.2.2 Система сметных нормативных документов в строительстве дорог

Сметные нормативы – обобщенное название сметных норм, расценок и цен. При установлении сметных норм учитывается средний уровень производства СМР, транспортных условий, технического состояния машин и механизмов, цен на материальные ресурсы.

Сметные нормы – совокупность ресурсов (затрат рабочего труда в строительстве, времени работ машин и механизмов, потребности в материалах, изделиях и конструкций), установленных на принятый измеритель строительных, монтажных и других работ [10].

Главная функция сметных норм – определение нормативного количества ресурсов, минимально необходимых для выполнения соответствующего вида работ, как основы для последующего перехода к стоимостным показателям.

Вместе с определенными правилами и методическими положениями, содержащими необходимые требования, они служат основой для определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, расширения и технического перевооружения предприятий любой формы собственности [12].

Суть сметного дела заключается в правильном описании технологии ведения строительных, ремонтных, монтажных и прочих видов работ. В правильном определении объемов технологических операций, необходимых для выполнения этих работ, в умении выбрать из множества

схожих расценок т.е, которые наиболее точно соответствовали бы описанию выполняемых технологических операций, и правильно применить выбранные расценки, отслеживать выполнение производимых работ, и расход материалов, применяемых для этих работ. И предоставить Заказчику всю необходимую информацию об объемах предстоящих работ, стоимости самих работ и используемых материалов, стоимости эксплуатации машин и механизмов, трудоемкости и сроке выполнения работ.

Основная задача, стоящая перед сметчиками состоит в последовательном и правильном составлении сметной документации такой, как:

- проектная смета;
- ресурсный расчет;
- объектный расчет;
- сводный сметный расчет;
- акт выполненных работ (процентки);
- ведомость списания материалов [20].

2.2.3 Составление сметной документации на строительство и ремонт автомобильных дорог и аэродромов

Сметная стоимость строительства и ремонта автомобильных дорог и аэродромов определяет общий размер капитальных вложений на строительство. Капитальные вложения подразделяются на следующие группы затрат:

- на строительные работы;
- на работы по монтажу оборудования;
- на приобретение оборудования, приспособлений, инструмента и производственного инвентаря;
- прочие затраты, связанные с осуществлением строительства и ремонта [21].

Сметная стоимость строительства (ремонта) - это сумма денежных средств, необходимых для его осуществления в соответствии с проектными материалами. Сметная стоимость является исходной основой для определения размера капитальных вложений, финансирования строительства, расчетов за выполненные подрядные (строительно-монтажные) работы и т.п. Исходя из сметной стоимости, определяется в установленном порядке балансовая стоимость вводимых в действие основных фондов [17].

Сметная стоимость строительства в соответствии с технологической структурой и порядком осуществления деятельности строительно-монтажных организаций подразделяется по следующим элементам:

- стоимость строительных работ;
- стоимость работ по монтажу оборудования (монтажных работ);
- затраты на приобретение (изготовление) оборудования, мебели, инвентаря;
- прочие затраты [20].

При определении сметной стоимости применяются понятия: новое строительство, расширение, реконструкция, техническое перевооружение, поддержание мощностей действующих предприятий, а также работы по капитальному ремонту зданий и сооружений.

К новому строительству относится возведение комплекса объектов основного, подсобного и обслуживающего назначения вновь создаваемых предприятий, зданий и сооружений, а также филиалов и отдельных производств, которые после ввода в эксплуатацию будут находиться на самостоятельном балансе. Новое строительство осуществляется на свободных территориях в целях создания новой производственной мощности.

К расширению действующих предприятий относится строительство дополнительных производств на ранее созданном предприятии, возведение новых и расширение существующих отдельных цехов и объектов основного, подсобного и обслуживающего назначения на территории действующих предприятий или примыкающим к ним площадках. В целях создания дополнительных или новых производственных мощностей, а также строительство филиалов и производств, входящих в их состав, которые после ввода в эксплуатацию не будут находиться на самостоятельном балансе [3].

К реконструкции действующих предприятий относится переустройство действующих цехов и объектов основного, подсобного и обслуживающего назначения, как, правило без расширения имеющихся зданий и сооружений основного назначения, связанное в совершенствовании производства и повышением его технико-экономического уровня и осуществляемое по комплексному проекту на модернизацию предприятия в целях увеличения производственных мощностей, улучшения качества и изменения номенклатуры продукции, в основном, без увеличения численности работающих при одновременном улучшении условий их труда и охраны окружающей среды.

К техническому перевооружению действующих предприятий относится комплекс мероприятий по повышению технико-экономического уровня отдельных производств, цехов и участков на основе внедрения передовой технологии и новой техники, модернизации и автоматизации производства, модернизации и замены устаревшего физически изношенного оборудования новым более производительным, а также по совершенствованию общезаводского хозяйства и вспомогательных служб.

К поддержанию мощности действующего предприятия относится мероприятия, связанные с постоянным возобновлением выбывающих в процессе производственной деятельности основных фондов (добывающие отрасли и производство) [17].

К капитальному ремонту зданий и сооружений относятся работы по восстановлению или замене отдельных частей зданий (сооружений) или целых конструкций, деталей и инженерно-технического оборудования в

связи с их физическим износом и разрушением, на более долговечные и экономичные, улучшающие их эксплуатационные показатели.

Исходные данные для определения сметной стоимости:

– Проектная и рабочая документация, в составе которых принимаются параметры зданий, сооружений, их частей и конструктивных элементов, в том числе:

- чертежи;
- ведомости объемов строительных и монтажных работ;
- спецификации и ведомости на оборудование.
- Основные решения по организации и очередности строительства, принятые в проекте строительства.
- пояснительные записки к указанным материалам;
- действующие сметные нормы, отпускные цены на оборудование, инвентарь, материалы [18].

В случае, когда отсутствуют необходимые сметные нормативы в действующей сметно-нормативной базе, в составе проекта могут разрабатываться *индивидуальные сметные нормы*.

Формы сметной документации позволяют составлять ее в определенной последовательности, постепенно переходя от мелких к более крупным элементам, представляющим собой вид работ - объект - пусковой комплекс - очередь строительства - строительство (стройка) в целом.

Применительно к составлению сметной документации *объектом строительства* является отдельно стоящее здание или сооружение со всеми относящимися к нему обустройствами, оборудованием, мебелью, инвентарем, подсобными и вспомогательными устройствами, а так же с прилегающими к нему инженерными сетями и общеплощадочными работами.

Проектирование проектно-сметной документации в дорожной отрасли. Строительство ведется на основе разработанной проектно-сметной документации. В составе проектно-сметной документации определяется, что, где и как должно быть построено, стоимость строительства, потребность строительных материалов, трудовых ресурсов, оборудования, строительных машин и механизмов, необходимых для производства строительно-монтажных работ [21].

На предпроектной стадии выполняется технико-экономическое обоснование (ТЭО) или технико-экономический расчет (ТЭР) стоимости строительства для определения экономической целесообразности проектирования и возведения объекта. Подготовительной стадией строительства является *проектирование*. От качества технико-экономического обоснования и уровня проектных решений в значительной степени зависят сметная стоимость строительства, его продолжительность и эффективность.

В процессе проектирования последовательно решаются вопросы

обоснования экономической целесообразности, необходимости строительства (реконструкции), определение основных объемно-планировочных, технологических, конструктивных, архитектурных и других решений с дальнейшей детализацией и доведением проектных материалов до такой степени готовности, которая необходима для осуществления строительно-монтажных работ.

Проектирование ведется методом разработки вариантов проектных решений, их сравнений и отбора лучшего по технико-экономическим показателям, позволяющего получить максимальный эффект при минимуме затрат [15].

Сметная документация является составной частью проекта и служит основанием для определения размера денежных средств, необходимых для осуществления строительства объекта в соответствии с разработанным проектом.

Основные разделы проекта:

- общая пояснительная записка с кратким содержанием проекта, результаты сопоставления вариантов, на основе которых приняты окончательные проектные решения, данные о проведенных согласованиях, с указанием соответствия проекта действующим нормам и правилам;
- технико-экономическая оценка проекта, включающая обоснования основных показателей;
- генеральный план строительства;
- технология производства;
- организация труда;
- строительная часть;
- организация строительства;
- сметная часть;
- паспорт проекта.

Проектирование ведется на основании задания на проектирование, которое составляется заказчиком проекта совместно с проектной организацией [1].

Имея утвержденное задание на проектирование объекта, заказчик представляет проектной организации:

- согласованные и утвержденные документы об отводе участка для строительства;
- архитектурно-планировочное задание;
- данные о топографической съемке и о геологических условиях участка застройки;
- технические условия на подключение проектируемого здания к существующим инженерным коммуникациям;
- необходимые сведения для разработки проекта организации строительства и составления сметной документации.

Строительство зданий и сооружений ведется по типовым и индивидуальным проектам.

Типовой проект предназначен для многократного использования (жилые дома, школы, детские учреждения и т. п.).

Индивидуальные проекты предназначены для возведения уникальных зданий (музеи, театры и т. п.) и сооружений особого назначения.

Строительство планируется и финансируется только на основе разработанной и утвержденной проектно-сметной документации [12].

Основные этапы и стадии проектирования.

Проектирование зданий и сооружений осуществляется в одну или две стадии.

В одну стадию – разрабатывается рабочий проект.

В две – проект и рабочая документация.

В одну стадию разрабатывается проекты для типовых зданий и сооружений, а также для индивидуальных проектов, если это технически несложные объекты.

При двухстадийном проектировании проект включает:

- архитектурно-строительные чертежи;
- технико-экономические показатели и сметы.

После утверждения проекта ведется разработка рабочей документации. В рабочей документации отражается весь комплекс строительно-монтажных работ, необходимых для возведения объекта, разрабатывается комплект рабочих чертежей [17].

Состав проекта.

Для проектирования зданий, не имеющих технологического оборудования, проект состоит из трех частей: экономической, технологической и строительной.

Содержание экономической части проекта:

- целесообразность выбранного места для строительства;
- сроки строительства;
- производительность труда рабочих;
- расход материальных ресурсов;
- капитальные затраты на возведение здания;
- сметная стоимость здания.

Содержание технологической части проекта:

- технология и организация строительного производства;
- потребность в материальных ресурсах;
- потребность в трудовых ресурсах;
- организация транспорта;
- затраты на энергетические, водные ресурсы;
- организация механизации производства и др.

Строительная часть проекта состоит:

- из разработанных объемно-планировочных и конструктивных решений зданий;
- из определения площади и объема зданий;

- а также водо- и электроснабжения, канализации, отопления и т.п.;
- организация строительства [18].

Применение программных продуктов в сметном деле. Описание применения программного комплекса АВС-4РС. Система АВС предназначена для разработки сметной и ресурсной документации всеми участниками инвестиционного процесса: проектными, подрядными организациями и заказчиками строительства.

Система АВС – это комплексная система, обеспечивающая оценку принятых проектных решений с четырех позиций: стоимости; потребности в материальных ресурсах; потребности в оборудовании; подлежащих выполнению объемов работ.

Разработка программного комплекса АВС-4РС для персональных ЭВМ направлена на удовлетворение существующей потребности, возникшей в связи с массовыми применениями ПЭВМ проектными и строительными организациями. Ориентация на программный комплекс АВС позволяет использовать существующий опыт и потенциал пользователей программного комплекса АВС-ЗЕС, открывает перспективу дальнейшего развития применения ЭВМ в сметно-ресурсных расчетах в проектировании и строительстве.

В основу комплекса АВС-4РС положены новые методические подходы, в сметном деле и ресурсное ценообразование с применением различных сметных норм 1984, 1991 гг., ресурсных сметных норм, Государственных элементных сметных норм ГЭСН-2001.

В комплексе АВС-4РС реализованы все методы формирования цены на строительную продукцию: базисно-индексный; базисно-компенсационный; ресурсный; ресурсно-индексный [10].

Система АВС постоянно поддерживается разработчиками в актуальном, соответствующем современным требованиям состоянии. В системе АВС реализованы алгоритмы определения стоимости строительных работ, отражающие методические положения и обеспечивающие работу с различными валютами и масштабами цен. Ресурсный метод позволяет определять стоимость строительства в базисных и /или текущих (прогнозных) ценах. Метод стандартных фрагментов, который широко используется в подсистеме АВС (СМР), позволяет гибко учитывать различные способы начислений, включая различные внеобъемные затраты, надбавки, налоги и прочие затраты [11].

Полное наименование: Автоматизированная система сметных и ресурсных расчетов с применением персональных компьютеров. Программный комплекс АВС-4РС.

Краткое наименование: АВС-4РС, редакция 3.6.

При выпуске каждой последующей редакции первая цифра кода редакции увеличивается на единицу в случае, если очередная модификация системы содержит доработки, расширяющие возможности системы и связаны с выпуском дополнительной технической документации.

Вторая цифра увеличивается на единицу при выпуске модификаций, содержащих незначительные корректировки программного обеспечения.

Программный комплекс АВС-4РС может применяться для целей автоматизированной разработки и выпуска различной проектно-сметной документации. В том числе: локальных, объектных и сводных смет на все виды строительных и монтажных работ и на приобретение и монтаж оборудования; ведомостей потребности в материально-технических ресурсах; ведомостей объемов работ; спецификаций оборудования и материалов; текстовых и табличных документов произвольной структуры; информационных блоков данных об объектах (ИБД) на машинных носителях и др [11].

Областью применения программного комплекса АВС-4РС является автоматизированная разработка и выпуск перечисленной информации проектными организациями различных отраслей народного хозяйства, а также управлениями капитального строительства заказчиков и подрядными строительными организациями для решения задач проектирования, подготовки строительного производства и управления строительством.

АВС-4РС может эксплуатироваться автономно или в комплексе с другими подсистемами автоматизированного проектирования или технологическими линиями автоматизированного проектирования.

АВС-4РС позволяет при проектировании:

- разрабатывать и выпускать полный комплект сметной документации в соответствии с последними методологическими требованиями в двух уровнях цен - базисном и текущем в составе: локальные и объектные сметы; сводки объемов и стоимостей работ; сводные сметные расчеты стоимости строительства; ресурсные сметы; локальные ресурсные ведомости и локальные ресурсные сметные расчеты.

- получать одновременно со сметной документацией по одним и тем же исходным данным спецификации оборудования и материалов по ГОСТ 21.110-95; ведомости объемов работ в различных номенклатурах (ОКРКР – общекзахстанский кодификатор работ и услуг в строительстве, ПОС – проекта организации строительства, УВР АВС – укрупненных видов работ АВС); информационный блок данных (ИБД) для проектируемых объектов строительства с целью передачи подрядным организациям для решения задач организации и управления строительством.

- применять одновременно различные нормативные системы: единые районные единичные расценки в ценах текущего года и т.д. (ЕРЕР); сметные нормы и расценки 2001 года (СНиР-01); ресурсные сметные нормы (РСН) на строительные, монтажные и пусконаладочные работы; Государственные элементные сметные нормы ГЭСН-2001;

- разрабатывать и выпускать: каталоги сметных цен на материалы, изделия и конструкции; каталоги территориальных единичных расценок (ТЕР), привязанные к региональным условиям строительства; калькуляции транспортных расходов и калькуляции стоимости материалов; сборники

сметных цен на эксплуатацию строительных машин и механизмов; титульные листы и пояснительные записки.

АВС-4РС позволяет при организации и управлении строительством:

- эффективно применять ее строительными организациями для целей организации и управления строительным производством;
- содержать в памяти персонального компьютера данные об объектах, работы строительной организации с распределением объемов работ по периодам и исполнителям;
- производить учет выполненных объемов работ с позиций стоимостной, объемной и ресурсной оценок;
- обрабатывать оперативную информацию о выполненных объемах работ, вести журналы учета выполненных работ (КС-6), выдавать акты и справки о стоимости выполненных работ (формы 2,2-В и 3), вести журналы учета расхода материалов и других ресурсов (формы М-29), получать справочную информации о текущем состоянии объектов на всю программу работ строительной организации [17].

Решение задач организации и управления строительным производством осуществляется с использованием:

- подсистемы АВС «Строительно-монтажные работы»;
- нормативных баз в составе ЕРЕР-84, СНиР-91, РСН и ГЭСН;
- данных об объектах на всю программу работ строительной организации в виде сметной и ресурсной документации, полученной от проектных организаций на носителях информации в виде информационного блока данных (ИБД) АВС или разработанной самостоятельно подрядными строительными организациями с применением комплекса АВС-3РС или АВС-4РС;
- текущей плановой и фактической информации об объектах, формируемой на основе первичной информации линейных (и других служб) и фиксируемой в файле событий системы АВС;
- файла заданий, определяющего пакетный выпуск плановой, итоговой и отчетной документации по периодам, исполнителям, объектам.

Систему АВС образуют *четыре вида обеспечения*: программное, нормативное, информационное и инструктивно-методическое.

Нормативное обеспечение (нормативная база на машинных носителях информации) имеет неограниченный объем, для организации быстрого и эффективного доступа в программном комплексе АВС-4РС реализован многофайловый (префиксный) метод работы с нормативной базой, обеспечивающий возможность быстрого и прямого доступа к нужным нормативным данным [15].

Единство входного языка и структуры нормативных данных позволяет специалистам по сметным и ресурсным расчетам, знающим работу с АВС-3РС, освоить работу с программным комплексом АВС-4РС в течение недели.

Во исполнение поручения Главы государства № 266-1 от 28.01.15 г. Комитетом по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и

управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики Республики Казахстан осуществляется переход на ресурсный метод определения стоимости строительства. В связи с этим, специалистами ТОО ПА «KAZGOR» разработана учебная версия программы «SANA-2015».

Программа СМЕТА РК 2020 – новое поколение программ для автоматизации расчета сметной документации для Республики Казахстан.

С помощью программы СМЕТА РК 2020 можно быстро и эффективно рассчитать сметы ресурсным методом согласно, нормативных документов по определению сметной стоимости строительства в Республике Казахстан, приказ Комитета по делам строительства ЖКХ МИР РК от 14.11.2017 года №249-НК.

Сметная программа обеспечивает контроль, за ходом строительства от составления и утверждения сметной документации до «закрытия» актов приемки выполненных работ.

2.2.4 Научная организация труда и техническое нормирование труда

Научная организация труда (НОТ) – система организации труда производственных коллективов и их отдельных звеньев, при которой обеспечивается повышение производительности труда за счет рационального сочетания профессиональных возможностей человека с возможностями техники и технологии производства, а также с наиболее благоприятными условиями трудовой деятельности, включая производственные отношения и социальный климат в коллективе [6].

НОТ в строительстве осуществляют для работников различных уровней в следующих направлениях:

- подготовка производства – изучение и анализ технической документации; разработка проектов организации строительства (ПОС), осуществляемая проектными организациями; разработка проектов производства работ (ППР), технологических карт (ТК), калькуляций трудовых затрат, осуществляемая строительными организациями; выполнение в полном объеме всех мероприятий подготовительного периода;
- рациональная организация рабочих мест – правильный подбор численности и профессионального состава бригад и звеньев; оснащение рабочих мест машинами, приспособлениями, инструментом, средствами малой механизации - в соответствии с недельно-суточными графиками, ППР и ТК;
- рациональная организация труда на рабочем месте – бесперебойное обеспечение объекта строительными материалами, конструкциями, изделиями в соответствии с недельно-суточными графиками; внедрение рациональных приемов труда; максимальная механизация работ, сокращение тяжелого ручного труда; правильное чередование труда и отдыха и рациональное их использование;
- социально-стимулирующие факторы – организация соревнования и обеспечение гласности его результатов; создание наиболее благоприятных социально-бытовых условий для участников строительства (жилой фонд,

бытовые помещения, общественное обслуживание, культурно-массовая и общественно-политическая работа), а также благоприятного психологического климата на производстве.

В осуществлении всех этих мероприятий особая роль принадлежит руководителям строек, производственно-техническому и обслуживающему персоналу и профсоюзным организациям строек [13].

Важнейшим условием повышения производительности труда, рационального использования трудовых ресурсов в строительстве является непрерывность, поточность производства, ритмичная сдача объектов в эксплуатацию по месяцам и кварталам года. Этим требованиям отвечает поточная система организации строительного производства на основе непрерывного двухлетнего планирования, обеспечивающего подготовку фронта работы бригад путем создания соответствующего задела, т. е. подготовки строительства для производства последовательных циклов работ (подготовка площадки, подземный, надземный и отделочный циклы строительства, благоустройство территории).

Поточность и непрерывность работ обеспечивается следующими факторами:

- своевременной и высококачественной подготовкой технической документации, прогрессивностью и технологичностью технических решений, закладываемых в проекты;

- хорошо организованным материально-техническим снабжением строительства, которое заключается в своевременном обеспечении строек и рабочих бригад необходимым набором машин, инструментов, приспособлений, а также в ритмичной, в соответствии с графиками, поставке строительных материалов и конструкций.

Выполнение возрастающих с каждым годом объемов строительно-монтажных работ должно быть обеспечено без увеличения числа работающих, за счет повышения производительности труда.

Уровень производительности труда является важнейшим критерием эффективности технологии и организации строительного производства. Характеризуется в сфере общественного труда следующими показателями: натуральным - размером средних затрат труда (в чел. - ч или чел. - дн.) на единицу законченной продукции (например, км участка общей дороги); стоимостным - средней стоимостью работ в сопоставимых ценах, произведенных одним рабочим в определенный промежуток времени (день, год, период строительства).

Уровень производительности труда отдельных рабочих характеризуется *выработкой* – количеством строительной продукции, выработанной за единицу времени, и *трудоемкостью* – затратами труда на единицу строительной продукции. Важную роль играет установление технически обоснованных норм затрат труда, машинного времени и материальных ресурсов на единицу продукции [14].

Техническое нормирование – система исследований и установления норм технически обоснованных расходов различных производственных

ресурсов (рабочего и машинного времени, материалов, энергоносителей и т.д.).

Нормы расходов труда выражаются в виде норм времени и норм выработки.

Нормой времени называется количество времени, необходимое для изготовления единицы продукции соответствующего качества. При определении норм времени исходят из условия, что данная работа выполняется по современной технологии рабочими соответствующей профессии и квалификации.

Норма выработки рабочего или звена рабочих – это количество продукции, полученной за единицу времени при тех же условиях, что принятые при установлении норм времени. Зная нормы времени и нормы выработки, можно определить уровень производительности труда. Если заданная работа, на которую по нормам нужно $T_{\text{нор}}$ времени, была выполнена за $T_{\text{фак}}$, то уровень производительности труда (ПТ) выражается формулой:

$$\Delta_{\text{ПТ}} = \left(\frac{\text{ПТ}_{\text{пл}}}{\text{ПТ}_{\text{тек}}} - 1 \right) \cdot 100 \quad (2.13)$$

где $\Delta_{\text{ПТ}}$ – процент прироста производительности труда, %;

$\text{ПТ}_{\text{пл}}$ – производительность труда в планируемом году, тг;

$\text{ПТ}_{\text{тек}}$ – производительность труда в текущем году, тг.

Нормой машинного времени является количество времени работы машины, которое необходимо для изготовления единицы машинной продукции соответствующего качества при научной организации труда, которая дает возможность максимально использовать эксплуатационную производительность машины.

Нормы используют для расчета с рабочими, при разработке документации по производству работ и оценки эффективности принятых технологических решений [7].

Технологически обоснованные нормы составляют путем анализа и изучения процессов в течение всего рабочего дня. Для того чтобы сделать нормирование строительного процесса, необходимо в первую очередь его обследовать и определить его нормали.

Характеристика процесса, отвечающая современному уровню строительной техники и технологии с использованием передовых методов организации труда и производства работ, называется *нормалью* строительного процесса. После определения нормали строительного процесса осуществляют хронометражные наблюдения на выбранном объекте. На основе накопленных данных разрабатывают технические обоснованные нормы, которые проверяются в производственных условиях.

После соответствующей проверки разработанные нормы оформляют в виде производственных норм.

Появление новой техники, механизация, новые формы организации труда приводят к тому, что технические нормы устаревают и теряют

прогрессивный характер. Поэтому нормы периодически пересматриваются.

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

Техническое нормирование труда – исследование расходов времени с целью повышения производительности труда. Его проводят на специальных научно-исследовательских станциях (НИС) методами организационных и нормативных наблюдений [13].

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

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

2.2.5 Организация оплаты труда

Заработная плата характеризует оценку вклада работника в результаты деятельности организации. В экономике различают номинальную и реальную заработную плату.

Под *номинальной* заработной платой понимается вознаграждение за труд в виде определенной суммы денег.

Реальная заработная плата представляет собой сумму жизненных благ, которую работник может приобрести за номинальную заработную плату при данном уровне цен на товары и услуги [22].

Оплата труда в строительстве организуется на основе следующих нормативных документов:

- Трудовой Кодекс Республики Казахстан;
- Отраслевое тарифное соглашение по строительству и промышленности строительных материалов Республики Казахстан;
- Методические рекомендации по определению размера средств на оплату труда в договорных ценах и сметах на строительство и оплату труда работников строительно-монтажных и ремонтно-строительных организаций;
- прочие нормативные акты.

По способу формирования основной заработной платы различают следующие системы оплаты труда:

- *тарифные*, строящиеся на основе совокупности нормативов, с помощью которых регулируется уровень заработной платы рабочих и служащих;
- *бестарифные*, строящиеся на основе определения доли каждого работника в заработанном всем коллективом фонде оплаты труда.

Тарифная система позволяет устанавливать размер оплаты труда, в соответствии с профессией, квалификацией, длительностью работы, условиями труда и местонахождением предприятия.

Тарифную систему составляют следующие элементы:

1. *Тарифная ставка* – фиксированный размер оплаты труда, за выполнение нормы труда определенной сложности за единицу времени. Тарифная ставка первого разряда определяет абсолютный размер оплаты простого труда и является исходной для определения уровня оплаты труда работников более высоких разрядов.

2. *Тарифная сетка* – совокупность тарифных разрядов работ (профессий, должностей), определенных в зависимости от сложности работ и квалификационных характеристик работников с помощью тарифных коэффициентов. Тарифный коэффициент показывает, во сколько раз тарифная ставка соответствующего разряда больше тарифной ставки первого разряда.

3. *Тарифно-квалификационные справочники* – нормативные документы тарификации работ и присвоения работникам квалификационных разрядов.

4. *Районные коэффициенты к заработной плате* компенсируют различия в стоимости жизни в различных природно-климатических условиях.

5. *Доплаты к тарифным ставкам и надбавки* устанавливаются за совмещение профессий, сверхурочные работы, работу в выходные и праздничные дни, за вредность [19].

6. *Минимальная оплата труда* устанавливается государством и гарантирует социальную защищенность работника.

В рамках тарифной системы оплаты труда действуют различные формы оплаты труда, основные из которых – сдельная и повременная.

При *сдельной* оплате труда заработок рабочих определяется объемом выполненных работ и сдельной расценкой на единицу его измерения. При этом применяются следующие параметры:

- *норма времени* – время, необходимое для выполнения единицы работы в нормальных условиях труда;

- *норма выработки* – количество работы, которое должен выполнить рабочий в течение определенного времени при нормальных условиях труда;

- *сдельная расценка* – установленная ставка заработной платы за единицу выполненной работы.

Сдельная форма оплаты труда имеет несколько разновидностей:

1. *простая сдельная* оплата труда – заработная плата начисляется в зависимости, от объема выполненной работы исходя из сдельных расценок за единицу;

2. *сдельно-премиальная* оплата труда – работнику дополнительно начисляется премия за выполнение условий и показателей премирования;

3. *сдельно-прогрессивная* оплата труда – выработка в пределах нормы оплачивается по основным расценкам, а выработка сверх нормы – по повышенным;

4. *аккордная и аккордно-премиальная* оплата труда устанавливается при выполнении укрупненных объемов работ и их комплексов. Сущность заключается в том, что расценка устанавливается на весь объем работ с указанием срока их выполнения. Наряд выдается не на расчетный период, а

на весь срок выполнения работ. Аккордная оплата может дополняться премией за выполнение заданий в срок или досрочно, за обеспечение высокого качества строительства (аккордно-премиальная).

При *повременной* форме оплаты труда заработная плата начисляется по установленной тарифной ставке за фактически отработанное время. Повременную форму оплаты труда в строительстве применяют в тех случаях, когда заработок рабочего не может быть определен в зависимости от конкретного объема работ. Повременная форма оплаты труда, может быть, простой повременной и повременно-премиальной [13].

При *простой повременной* оплате заработная плата работнику за определенный период времени рассчитывается путем умножения часовой (дневной) тарифной ставки рабочего соответствующего разряда на фактически отработанное время.

При *повременно-премиальной* оплате – дополняется премией за каждый процент перевыполнения установленных показателей и условий премирования.

Бестарифные системы оплаты труда предполагают зависимость заработка работника или группы работников от конечного результата работы всего коллектива. При распределении коллективного заработка между участниками производства могут применяться коэффициента трудового участия (КТУ).

К бестарифным системам оплаты труда можно отнести контрактную систему, при которой работодатель при найме работника договаривается с ним о конкретной сумме оплаты за определенную работу. В контрактах отражается заработная плата, порядок ее определения, различные доплаты и надбавки стимулирующего и компенсационного характера.

Применяемые тарифные и бестарифные системы оплаты труда в целом должны стимулировать повышение производительности труда и качество работы с целью максимизации дохода организаций.

2.3 Основы управленческой деятельности и менеджмента

2.3.1 Основы, принципы и методы управления

Соблюдение *принципов управления* можно рассматривать как залог успеха управления.

Принцип (от лат. - начало, основа) – 1) основное исходное положение какого-либо учения, теории, науки, мировоззрения, политической организации и т. д.; 2) внутреннее убеждение человека, определяющее его отношение к действительности, нормы поведения и деятельности.

Разделение труда – принцип, цель которого «производить больше и лучше при тех же усилиях». Специализация, по утверждению Файоля, является одной из примет естественного порядка вещей. Он считал, что «разделение труда имеет свои границы, определяемые как нашим опытом, так и чувством меры».

Власть – «право отдавать распоряжения и требовать их выполнения». Файоль различает «официальный» (связанный с занимаемой должностью,

получаемый «по уставу») и «личный» авторитет (обусловленный такими качествами, как интеллект, жизненный опыт, цельность и способность играть роль лидера). Личный авторитет первоклассного управляющего является «обязательным дополнением» власти официальной.

Дисциплина – «по сути, сводится к послушанию, прилежанию, энергичности, определенному поведению и внешним знакам почтения, соблюдаемым в соответствии с существующим между фирмой и работниками соглашением». Файоль полагает, что в различных организациях дисциплина может иметь разные формы, и настаивает на том, что она всегда является одним из существеннейших их элементов.

Единство распорядительства – «подчиненный должен получать приказы только от одного начальника». Согласно Файолю, двойные приказы в любом случае являются источником напряжения, смущения и конфликтов.

Единство руководства – «один руководитель и один план для совокупности операций, направленных на достижение одной и той же цели». Если принцип единства распорядительства требовал, чтобы каждый подчиненный получал приказы только от одного руководителя, то данный принцип сводится к единству управления и плана [22].

Подчинение индивидуальных интересов общим – «заставляет вспомнить о том, что в бизнесе интерес одного подчиненного или группы подчиненных не должен противоречить целям предприятия». Файоль обращает внимание на то, что одной из серьезнейших проблем управления является согласование общих и личных или групповых интересов.

Вознаграждение персонала – «труды должны быть вознаграждены». Файоль рассматривает факторы, определяющие уровень оплаты, но не зависящие от воли нанимателя, такие как прожиточный минимум, предложение рабочей силы, экономическая обстановка и экономическое положение предприятия. Он приходит к следующему заключению: «Вне зависимости от того, какое вознаграждение за труд получает работник - деньги или же такие блага, как тепло, свет, кров, продукты питания, - смысл его состоит в удовлетворении потребностей работника».

Централизация – «подобно разделению труда... присуща естественному порядку вещей». Рассматривая вопрос о том, какую структуру - централизованную или децентрализованную - должна иметь организация, Файоль сравнивает ее с живым организмом. Вот что он пишет о централизации: «Вопрос централизации или децентрализации — это вопрос меры, вопрос нахождения оптимального для данной ситуации устройства...»

Скалярная цепь – «властная вертикаль, связывающая все уровни подчинения от высшей инстанции до низших ступеней». Более привычными терминами для определения этого понятия будут «иерархия» и «каналы», или «линии коммуникации, субординации». Для того чтобы сохранить возможность контроля и избежать при этом излишней потери времени, он предлагает использовать систему делегирования подчиненным прав и ответственности по осуществлению необходимых коммуникаций.

Порядок – наличие «места для всякой вещи и всякой вещи на своем

месте» (материальный порядок) и, по аналогии, «места для каждого лица и каждого лица на своем месте» (социальный порядок). Эта мысль естественным образом приводит Файоля к рассмотрению вопроса о надлежащей организации работы и подбора персонала [2].

Справедливость – Файоль считал, что правосудие — это реализация принятых конвенций, справедливость же представлялась ему сочетанием правосудия и доброжелательности. Хотя руководству в любом случае пристало выглядеть в глазах подчиненных справедливым и благородным, каждый руководитель должен помнить и о дисциплине. Обретение должного баланса между справедливостью и дисциплиной требует от руководителя, согласно Файолю, «немалого здравомыслия, опыта и добродушия».

Стабильность состава персонала – имеет отношение к проблемам планирования кадров, совершенствования методов управления и текучести рабочей силы. Файоль считал, что новым сотрудникам должен даваться специальный период для ознакомления с работой и привыкания к новой обстановке.

Инициатива – способность составлять план и обеспечивать его выполнение. Она, будучи одним из «сильнейших стимулов, определяющих поведение человека», обеспечивает мотивацию и удовлетворенность работой.

Корпоративный дух – созидание и поддержание определенной гармонии в организации. Файоль резко осуждает тех, кто придерживается принципа «разделяй и властвуй».

По мнению Питера Хэрриота, сейчас в число принципов и ценностей, которые должны разделять и работники компании, и весь менеджмент, необходимо включить следующие:

1) *принцип стремления к взаимному благу*. Организация существует на благо ее сотрудников в той же степени (если не более того), в какой сотрудники - на благо организации. Представление об организации, прежде всего как о социальной системе видится наиболее перспективным с позиции развития человеческого сообщества и каждого человека, с позиции понимания естественного стремления социума и личности к духовному совершенству;

2) *развитие организации есть развитие ее работников*. Если конкурентоспособность сотрудника улучшается, то это способствует усилению интеллектуального потенциала организации, а вследствие этого - преимущественного положения по отношению к конкурентам (улучшению перспектив развития организации, коллектива, работников);

3) *сотрудники организации различаются по карьерным перспективам и ожиданиям* на разных стадиях своего развития, поэтому следует осуществлять постоянный мониторинг текущего состояния потенциала работников, их ожиданий и соотносить их с перспективами развития организации. Отсюда вытекает и *принцип индивидуального подхода*, в том числе и в вопросах стимулирования, и *принцип необходимости творческого подхода к стимулированию*, и *принцип динамичности стимулов*;

4) *принцип постижения сути*. Если руководство не сможет вникнуть в суть различий между работниками, признать их и вступить по этому поводу в переговоры, оно не сможет добиться сотрудничества;

5) *принцип постоянного внимания к работникам*. Самые ценные сотрудники организации со временем предпримут попытки перейти на работу в другую организацию или работать хуже, чем могут. Если вспомнить теорию жизненного цикла живых систем, а также наличие рынка труда и собственных планов развития у каждого работника, то это утверждение не вызовет сомнений, а значит, следует быть постоянно внимательным и по отношению к самым, казалось бы, «обласканным» работникам;

6) *принцип неизменной уважительности*. Перемены, которые отражаются на состоянии рынка труда (например, покупательский рынок труда в период экономического спада), могут привести к изменению баланса различных сил (в данном случае баланса сил работника и работодателя). Тем не менее, эти колебания в силе позиций не должны влиять принципиальным образом на переговоры с сотрудниками об условиях их работы и развития;

7) *принцип взаимопонимания*. С другой стороны, организации также имеют потребности. Выживаемость - главная фундаментальная потребность для всех, и потребность выживания может оправдать слишком высокие ожидания сотрудников. В случае наличия противоречий между интересами отдельного работника и интересами коллектива необходима глубокая проработка проблемы, исследование альтернатив развития и открытое обсуждение ситуации [13];

8) *принцип доверия*. Переговоры о развитии могут проводиться только в том случае, если отдельный сотрудник и представитель руководства компании могут открыто говорить о том, чего они хотят добиться, и готовы пойти на компромисс, а лучше - на сотрудничество. Доверие является необходимым фактором сотрудничества;

9) *принцип стимулирования*. Определите потребности человека и постарайтесь организовать соответствующий стимул, связав его с нужным трудовым поведением [17].

Методологические основы менеджмента. Эффективным методологическим приемом науки управления является *моделирование*.

В нашем контексте *модель* - в широком смысле - любой образ, аналог (мысленный или условный: изображение, описание, схема, чертеж, график, план, карта и т. п.) какого-либо объекта, процесса или явления («оригинала» данной модели), используемый в качестве его «заместителя», «представителя».

Моделирование – исследование каких-либо явлений, процессов или систем объектов путем построения и изучения их моделей; использование моделей для определения или уточнения характеристик и рационализации способов построения вновь конструируемых объектов. Моделирование - одна из основных категорий теории познания: на идее моделирования, по существу, базируется любой метод научного исследования - как теоретический (при котором используются различного рода знаковые,

абстрактные модели), так и экспериментальный (использующий предметные модели).

От представлений об объекте управления зависит характер модели, выбор областей фундаментальных и прикладных знаний, набор используемых для воздействия (управления) методов, инструментов. Если организация - техническая система, то менеджер (технократ) использует простые модели типа стимул - реакция; если организация – социо - техническая система, то модели, законы, принципы технократического подхода должны наполняться социально-психологическим смыслом, исследуемым социологией и социальной психологией; если управляемая система представляется как экономическая, то следует знать экономические законы и создавать условия для их исполнения; если менеджер видит перед собой личности, группы, то управлять ими следует с пониманием тех факторов, которые специально исследует психология. Современный менеджер должен видеть системную сущность организации, ее элементов, субъектов, понимать наличие у системы всех свойств систем и, осуществляя воздействие, знать и стараться использовать широкий набор подходов и методов воздействия на поведение [4].

Методы управления – способы воздействия управляющего субъекта на управляемый объект, руководителя на возглавляемый им коллектив.

Следует различать *методы управления и методы процесса управления*. Методы управления характеризуют законченный акт воздействия на объект управления, тогда как с помощью методов процесса управления выполняются лишь отдельные работы.

Методы управления классифицируются по различным признакам. Так, нередко выделяют *методы прямого и косвенного воздействия*. При использовании первых (приказ, стимул) предполагается непосредственный результат воздействия, вторые направлены на создание условий для достижения высоких результатов (качество трудовой жизни).

Можно выделить *методы формального и неформального воздействия*. Соотношение их в практике управления отражает характерные черты стиля управления. Методы неформального воздействия включают воспитательную работу руководителя, психологическую атмосферу его взаимодействия с подчиненными, поведение в коллективе и т. д.

Наибольшее значение имеет классификация методов управления на основе объективных закономерностей, присущих производству как объекту управления, на основе специфики отношений, складывающихся в процессе совместного труда. По этому признаку выделяют методы:

- организационные (в том числе административные);
- экономические;
- социально-психологические.

Методы управления используются в комплексе, так как неразрывны и органичны отношения, на которых они базируются. Успешное использование методов управления в значительной степени зависит от глубины познания

объективных законов развития производства и управления (онтогенетических и филогенетических закономерностей развития и функционирования управляемой системы). В методах управления находит свое выражение практическое использование этих законов [5].

Организационные методы управления базируются на организационных отношениях между людьми. Всю совокупность организационных методов управления можно классифицировать по трем группам: методы организационно-стабилизирующего, распорядительного и дисциплинарного воздействия. Методы *организационно-стабилизирующего* воздействия предназначены для создания организационной основы совместной работы. Это распределение функций, обязанностей, ответственности, полномочий, установление порядка деловых взаимоотношений. Они включают: регламентирование - четкое закрепление функций и работ; нормирование - установление нормативов выполнения работ, допустимых границ деятельности; инструктирование - ознакомление с обстоятельствами выполнения работы, ее разъяснение. Методы *распорядительного* воздействия предназначены для реагирования на неучтенные моменты организации, корректировки сложившейся системы организации под новые задачи и условия работы. Методы данной группы реализуются в форме директивы, приказа, указания, распоряжения, резолюции, предписания и т. д. Методы *дисциплинарного* воздействия предназначены для поддержания организационных основ работы, четкого и своевременного выполнения установленных задач и обязанностей, ликвидации возникающих отклонений в системе организации.

Административные методы управления связаны с властной природой управления: одна сторона (вышестоящий орган, должностное лицо) наделяется властными полномочиями и вследствие этого может приказывать другой стороне - управляемому. В этом случае наблюдается, как правило, прямая подчиненность. Каждое нижестоящее звено организационно подчинено вышестоящему органу и обязано выполнять все его решения независимо от собственного мнения.

Экономические методы управления предназначены для воздействия на экономические отношения. Здесь выделяются следующие методы: хозяйственный расчет, капитальные вложения, система амортизационных отчислений; плата за фонды; использование фондов развития производства; системы материального стимулирования, распределения прибыли и др. К экономическим методам управления относятся также ценообразование, кредитование, система дотаций, осуществление материальных санкций. Каждый из этих методов специфичен. Часть из них, возможно, использовать только в широких масштабах управления в народном хозяйстве, отрасли и другие же используются независимо от уровня управления [4].

Социально-психологические методы управления предназначены для воздействия на социально-психологические отношения между людьми. Специфика этих методов заключается в значительной доле использования неформальных факторов, интересов личности, группы, коллектива в

процессе управления. Речь идет о направлениях деятельности, методах, приемах, инструментах влияния на поведение людей в организациях, определяющих сферу компетенции современного менеджера и специалиста по персоналу. Социально-психологические методы включают:

- 1) социальное планирование и социальную поддержку;
- 2) развитие потенциала коллектива, групп и работников;
- 3) формирование и поддержание благоприятной социально-психологической атмосферы в организации;
- 4) формирование команд;
- 5) соучастие работников в принятии решений;
- 6) формирование привлекательной миссии и видения будущего коллектива, группы, организации;
- 7) повышение качества трудовой жизни;
- 8) индивидуальный подход к работникам;
- 9) создание высокого уровня качества трудовой жизни.

2.3.2 Руководитель трудового коллектива. Психология личности

Руководитель – лицо, на которое официально возложены функции управления коллективом и организации деятельности. Руководитель несет юридическую ответственность за функционирование группы (коллектива) перед назначившей (избравшей, утвердившей) его инстанцией и располагает строго определенными возможностями санкционирования - наказания и поощрения подчиненных в целях воздействия на их производственную (научную, творческую и пр.) активность. Руководитель — это тот, кто принимает решения и несет за них ответственность. Не важно, сколько у него подчиненных - тысяча или всего один. Когда вы один в компании, очевидно, что вы сами себе руководитель, а вовсе не подчиненный [22].

Коллектив и личность. Адаптация и развитие личности в коллективе. Признаки и функции трудового коллектива. Формальные и неформальные группы и их динамика. Конфликты и психологический климат в коллективе

Одной из главных задач современной психологии является адаптация личности в коллективе. *Адаптация* – это понятие, которое означает привыкание. Новый работник, приступивший к исполнению своих обязанностей в организации, переживает период трудовой и социальной адаптации.

Трудовая адаптация предполагает приспособляемость к работе. В результате, трудовой адаптации новый работник усваивает специфику труда в данной организации.

Социальная адаптация проявляется как утверждение личности в коллективе. В период социальной адаптации новый работник заявляет о себе как личность и занимает свое место в системе формальных и неформальных групп в данной организации.

В процессе адаптации проявляется биосоциальная природа личности, индивидуально-типологические особенности каждого человека, его темперамент и характер.

Адаптация работников имеет место не только при приеме на работу, но и в процессе модернизации организационной структуры, когда формируется новая система социальных связей и коммуникаций. В результате меняется и социальный статус многих работников.

Переход человека в иной социальный статус (например, переход рядового работника в статус руководителя) обычно влечет за собой длительный период адаптационного поведения, в течение которого пересматриваются устоявшиеся привычки, стереотипы, стандарты организационного и функционального поведения.

Отсюда можно сделать вывод о чрезвычайной актуальности проблемы развития личности в коллективе и о значимости периода адаптации.

Успешное решение проблем адаптации требует определенных знаний в области психологии и социологии. Прежде всего, это понимание биосоциальной природы личности, знание структуры личности, темперамента и характера каждого работника [11].

Кроме того, необходимо понимать признаки и функции трудового коллектива, знать динамику формальных и неформальных групп, иметь представление о психологическом климате в коллективе.

Трудовой коллектив – это понятие, которое охватывает всех работников, занятых на предприятии (и персонал, и администрацию).

Для трудового коллектива характерны определенные признаки. Важнейшими из них являются:

- общность целей, которая в идеале обеспечивает сочетание интересов личности, коллектива и общества;
- взаимопомощь;
- наличие определенной организационной структуры, которая обусловлена размерами и задачами организации; дисциплина;
- выполнение определенных социальных функций (производство определенных видов продукции, оказание услуг, обеспечение занятости и др.).

Трудовой коллектив выполняет определенные экономические, управленческие и социальные функции.

Экономические функции выражаются в осуществлении коммерческих, технологических, производственных и других процессов, в результате которых осуществляется миссия организации.

Осуществление управленческих функций предполагает выдачу управляющих воздействий субъекта на объект управления.

Реализация социальных функций связана с воспитанием и развитием личности с активизацией человеческого фактора. Эти функции проявляются в постановке и решении задач социального развития коллектива.

В трудовых коллективах нередко происходят конфликты. *Конфликт* – это трудноразрешимое противоречие (буквально конфликт означает столкновение) [14].

Одним из самых распространенных видов конфликта является - *межличностный*.

Этот конфликт возникает обычно между людьми с разными чертами характера, разными взглядами и ценностями. Как правило, взгляды и цели таких людей различаются в корне.

Конфликт *между личностью и группой* возникает, как правило, когда личность занимает позицию, отличающуюся от позиции группы. Например, обсуждая возможность увеличения объема продаж, большинство будет считать, что этого можно добиться путем снижения цены. А кто-то один будет утверждать, что такая тактика приведет к уменьшению прибыли и создаст мнение, что их продукция по качеству ниже, чем продукция конкурентов.

Социально-психологический климат (СПК) – это общий эмоциональный настрой коллектива, в котором соединяются настроения людей, их душевные переживания и волнения. СПК является одним из наиболее важных элементов в общей системе условий существования и жизнедеятельности человека.

Социально-психологический климат может быть положительным (здоровым и благоприятным) и отрицательным (неблагоприятным).

Положительный СПК способствует улучшению экономических показателей деятельности коллектива: росту производительности труда, повышению удовлетворенности трудом членов коллектива, его сплоченности.

При *отрицательном СПК* начинают ухудшаться экономические результаты и в конечном итоге происходит распад коллектива.

Одним из наиболее очевидных проявлений благоприятного СПК, способствующего продуктивности совместной деятельности людей, являются внимание, расположение, симпатия человека к человеку, а также настроение духовного подъема, жизнерадостности, которые опираются на ясные цели, увлекательные задачи совместной деятельности, обстановка взаимной ответственности и требовательности людей друг к другу.

Таким образом, положительные черты СПК – преобладание и устойчивость атмосферы взаимного внимания, уважительного отношения к человеку, дух товарищества, сочетающиеся с высокой внутренней дисциплиной, принципиальностью и ответственностью, требовательностью к другим и к себе.

Значительное влияние на СПК оказывает профессиональная и психологическая совместимость членов коллектива. Игнорирование или недооценка фактора совместимости при формировании отделов и подразделений коллектива может привести к конфликту и даже развалу коллектива. Совместимость работников проявляется в их способности согласовывать свои действия в различных видах деятельности. *Психологическая совместимость* – это наиболее благоприятное сочетание свойств у членов группы, которое обеспечивает успех общего дела и личное удовлетворение от работы. Для достижения совместимости надо, чтобы люди по одним важным характеристикам были сходны между собой, а по другим – дополняли друг друга [19].

Положительный СПК – важнейшее условие развития творческой инициативы трудящихся. Хорошие отношения в коллективе могут даже компенсировать малопривлекательный, неинтересный труд. Для повышения производительности труда и удовлетворения людей жизнью руководитель должен заботиться о социально-психологическом климате коллектива.

При изучении СПК важно выявить преобладающие настроения. Ничто так неспособно мешать делу, как постоянное отсутствие настроения для работы, что сильнее снижает производительность труда, чем даже отсутствие механизации. Если в коллективе преобладают неприязнь, вражда, непонимание, то в нем идут бесконечные и бесполезные споры, проявляющиеся в стремлении сводить счеты. Чтобы понять причины раздоров, следует выявить наиболее агрессивных людей. На них необходимо сосредоточить воспитательное воздействие.

2.4 Планирование производства

2.4.1 Планирование прибыли и рентабельности

Планирование прибыли – это составная часть финансового планирования. Расчет плановой прибыли должен быть экономически обоснованным, что позволит осуществлять своевременное и полное финансирование инвестиций, прирост собственных оборотных средств, соответствующие выплаты рабочим и служащим, а также своевременные расчеты с бюджетом, банками и поставщиками. Следовательно, правильное планирование прибыли на предприятиях имеет ключевое значение не только для предпринимателей, но и для экономики в целом.

При относительно стабильных ценах и прогнозируемых условиях хозяйствования прибыль планируется на год в рамках текущего финансового плана. Но сложившаяся в стране ситуация крайне затрудняет годовое планирование, и предприятия могут составлять более или менее реальные планы по прибыли по кварталам. Поскольку планирование прибыли "привязано" к расчету авансовых платежей по налогу на прибыль и порядку внесения их в бюджет, то составление квартальных планов становится необходимым [5].

Важнейшая цель планирования прибыли – определение возможностей предприятия в финансировании своих потребностей.

Объектом планирования являются планируемые элементы балансовой прибыли, главным образом прибыль от реализации продукции, выполнения работ, оказания услуг. Основой для расчета служит объем производственной программы, который базируется на заказах потребителей и хозяйственных договорах.

Планируется прибыль отдельно по видам: от реализации товарной продукции, от реализации прочей продукции и услуг нетоварного характера, от реализации основных средств и другого имущества и от внереализационных доходов и расходов.

Рассмотрим основные способы планирования прибыли от реализации товарной продукции.

Метод прямого счета наиболее широко распространен в организациях в современных условиях хозяйствования. Он применяется, как правило, при небольшом ассортименте выпускаемой продукции. Сущность его заключается в том, что прибыль исчисляется как разница между выручкой от реализации продукции в соответствующих ценах и полной ее себестоимостью за вычетом НДС и акцизов.

Аналитический метод используется при большом ассортименте выпускаемой продукции и незначительных его изменениях, при отсутствии инфляционного роста цен и себестоимости, а также как дополнение к прямому методу в целях его проверки и контроля.

Метод, основанный на эффекте производственного (операционного) рычага (CVP-анализ). Этот метод планирования прибыли базируется на принципе разделения затрат на постоянные и переменные. С помощью этих данных рассчитывается маржинальная прибыль [14].

Под распределением прибыли понимается направление прибыли в бюджет и по статьям использования на предприятии. Законодательно распределение прибыли регулируется в той ее части, которая поступает в бюджеты разных уровней в виде налогов. Определение направлений расходования прибыли, остающейся в распоряжении предприятия, структур статей ее использования находится в компетенции собственнику предприятия.

Главной целью политики – это распределение прибыли, остающейся в распоряжении предприятия, является оптимизация пропорций между капитализируемой и потребляемой ее частями с учетом обеспечения реализации стратегии развития предприятия и роста его рыночной стоимости. В соответствии с основной целью в процессе формирования политики распределения прибыли предприятия решаются задачи обеспечения:

- получения собственниками необходимой нормы прибыли на инвестированный капитал;
- достижения приоритетных целей стратегического развития предприятия за счет капитализируемой части прибыли;
- стимулирования трудовой активности и дополнительной социальной защиты персонала;
- формирования в необходимых размерах резервного и других фондов предприятия.

Рентабельность – это относительный показатель уровня доходности бизнеса. Показатели рентабельности характеризуют эффективность работы предприятия в целом, доходность различных направлений деятельности (производственной, коммерческой, инвестиционной и т.д.). Они более полно, чем прибыль, отражают окончательные результаты хозяйствования, потому что их величина показывает соотношение эффекта с наличными или потребленными ресурсами. Их используют для оценки деятельности предприятия и как инструмент инвестиционной политике и ценообразовании.

Показатели рентабельности можно объединить в несколько групп:

- а) показатели, характеризующие окупаемость издержек производства и инвестиционных проектов;
- б) показатели рентабельности продаж;
- в) показатели, определяющие доходность капитала и его частей.

Если предприятие получает прибыль, оно считается рентабельным. Показатели рентабельности, применяемые в экономических расчетах, характеризуют относительную прибыльность. Различают показатели рентабельности продукции и рентабельности предприятия. Рентабельность продукции примеряют в 3-х вариантах: рентабельность реализованной продукции, товарной продукции и отдельного изделия. Рентабельность реализованной продукции — это отношение прибыли от реализации продукции к ее полной себестоимости. Рентабельность товарной продукции характеризуется показателем затрат на денежную единицу товарной продукции или его обратной величиной [4].

Можно выделить три группы показателей рентабельности (прибыльности):

1. Рентабельность инвестиций;
2. Рентабельность активов;
3. Рентабельность производства;
4. Рентабельность продаж.

Рентабельность инвестиций. Показывает размер прибыли на вложенный капитал и, в зависимости от поставленных инвесторами задач, может представлять различные показатели.

Рентабельность активов. Отражает объем прибыли (доходов от реализации, выпуска продукции) на каждый тенге вложенных средств.

Рентабельность производства. Основная концепция: отношение прибыли к сумме затрат, понесенных в связи с ее получением.

Базовая формула: $\text{Прибыль} / \text{Затраты}$.

Ограничения: соотноситься должны величины, соответствующие друг другу. То есть, берется сумма затрат, понесенных в связи с получением, именно этого объема прибыли.

Рентабельность продаж. Характеризует прибыльность предприятия, показывая уровень прибыли на каждый тенге объема продаж.

Прибыль на собственный капитал. Показывает рентабельность инвестиций, первоначально направленных и впоследствии реинвестированных в предприятие его собственниками. Другое название показателя – рентабельность чистых активов.

Рентабельность предприятия. Обобщающий показатель эффективности использования производственных фондов. Отражает объём выпуска продукции на 1 тенге среднегодовой стоимости основных производственных фондов и оборотных активов, из которых эта продукция производится [13].

Рентабельность основных производственных фондов (фондоотдача). Отражает доходность использования основных средств, участвующих в

производстве продукции.

2.5 Учет, отчетность и анализ производственно - хозяйственной деятельности в условиях рынка

2.5.1 Учет и отчетность

Информация, характеризующая фактическое состояние хозяйственной деятельности, возникает и передается в системе хозяйственного учета.

Хозяйственный учет – это система количественного отражения и качественной характеристики процессов материального производства с целью управления ими. В хозяйственном учете регистрируются, накапливаются, обрабатываются данные, которые затем используются для проведения анализа, контроля, планирования и регулирования хозяйственной деятельности. Хозяйственный учет подразделяют на оперативный, бухгалтерский и статистический.

Каждый вид учета выполняет свою роль в контроле и управлении хозяйственной деятельностью, а совокупность их охватывает всю хозяйственную деятельность предприятия. Своевременное получение учетной информации о хозяйственной деятельности предприятия позволяет руководителям принимать соответствующие меры по воздействию на ход производственного процесса. Учет служит основой для отчетности предприятий [5].

Отчетность представляет собой совокупность показателей, отражающих результаты хозяйственной деятельности организации за отчетный период. Она является завершающим этапом учетной работы.

Данные отчетности используются внешними пользователями для оценки эффективности деятельности организации и для экономического анализа в самой организации. Отчетность необходима для оперативного руководства хозяйственной деятельностью и служит исходной базой для последующего планирования. Поэтому отчетность должна быть достоверной, своевременной. В ней должна обеспечиваться сопоставимость отчетных показателей с данными за прошлые периоды [24].

Общехозяйственный учет включает три вида учета: оперативно-технический, бухгалтерский и статистический. Оперативно-технический учет осуществляется работниками линейного аппарата (ИТР) строительной организации по элементам:

- по вводу объектов в эксплуатацию;
- по выполнению объемов работ (генподряд и собственными силами);
- по затратам труда и заработной плате;
- по работе транспорта и средств механизации;
- по наличию и расходованию материалов, конструкций, изделий.

Еженедельно, ежедневно в журнале производства работ, в недельно-суточных планах-графиках отмечается объем выполненных работ по объектам в стоимостном и натуральном выражении нарастающим итогом со дня начала строительства объекта. Ежемесячно на основе актов приемки

фиксируются показатели введенных в действие объектов и комплексов по стоимости основных фондов, срокам сдачи и производственным мощностям.

Учет фактических затрат труда осуществляется по табелям учета рабочего времени. Учет фактически начисленной и выплаченной заработной платы ведется на основе нарядов-заданий и ведомостей заработной платы. Работа транспорта и средств механизации отмечается по выполненным объемам соответствующих работ, выработке машин и времени их работы на основе путевых листов, сменных рапортов машинистов нарядов-заданий. Учет материальных ценностей по наличию и расходованию осуществляется на основе графиков поставки, товарно-транспортных накладных, требований, счетов-фактуры и других платежных документов, а также ведомостей списания и остатков материальных ценностей для материально-ответственных лиц.

Материалы оперативного учета служат для упорядочения информационных потоков и их эффективного использования в управленческих решениях, накопления этой информации и применения ее для контроля и регулирования [24].

2.5.2 Анализ производственно-хозяйственной деятельности

Производственно-хозяйственная деятельность предприятий обеспечивается не только за счёт использования материальных, трудовых и финансовых ресурсов, большая роль здесь подлежит основным фондам. Это средства труда и материальные условия процесса труда, благодаря чему и осуществляется процесс производства (деятельность предприятия).

Экономическая эффективность производства во многом зависит от степени использования основных фондов. Улучшение использования основных фондов обеспечивает увеличение объёма выпуска продукции, в результате чего сокращается количество общественного труда, затрачиваемого на выпуск единицы продукции.

Анализ себестоимости продукции, работ и услуг имеет исключительно важное значение, он позволяет выявить тенденции изменения данного показателя, выполнения плана по его уровню, определить влияние факторов на его прирост и на этой основе дать оценку работы предприятия по использованию возможностей и установить резервы снижения себестоимости продукции.

В основе анализа производственных затрат лежит их классификация по тому или иному признаку или нескольким признакам одновременно (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Классификация затрат на производство

Признаки классификации	Подразделение затрат
По экономическим элементам	экономические элементы затрат
По статьям себестоимости	статьи калькуляции себестоимости
По отношению к технологическому процессу	основные, накладные, одноэлементные,
По составу	комплексные
По способу отнесения на себестоимость продукта	прямые, косвенные
По роли в процессе производства	производственные,
По целесообразности расходования	внепроизводственные
По возможности охвата планом	производительные,
По отношению к объёму производства	непроизводительные
По отношению к готовому продукту	планируемые, непланируемые
	переменные, постоянные
	текущие, единовременные
	затраты на незавершённое
	производство, затраты на готовый
	продукт

Наиболее важным признаком для цепей анализа является деление затрат по элементам затрат, по статьям затрат, по способу отнесения на себестоимость продукции.

На основе элементов затрат составляются сметы затрат. Деление затрат по статьям себестоимости позволяет рассчитать затраты на единицу продукции или партию, составить калькуляцию [5].

Затраты, сгруппированные по статьям себестоимости, отличаются от затрат по её элементам тем, что они отражают затраты, которые связаны с производством и реализацией товарной продукции за данный отчётный период. Затраты же по элементам показывают все произведённые предприятием расходы ресурсов за отчётный период, включая расходы на рост остатков незавершённого производства, затраты, отнесённые за счёт будущих периодов и т.п.

Для предприятия, работающего в условиях рыночной экономики, часто имеют место экономические ситуации, связанные с колебаниями загрузки производственных мощностей, что влечёт за собой *изменение производства и продаж*, а это в свою очередь, существенно влияет на себестоимость продукции, а следовательно, на финансовые результаты. С этим связано деление затрат на постоянные и переменные [18].

Этому делению уделяется большое внимание в западной системе учёта, которая носит название “директ-костинг”.

Основные положения данной теории:

1. Поведение затрат в зависимости от изменения объёма производства.
2. Относительность (условность) классификации затрат на постоянные и переменные.
3. Методы деления затрат на постоянные и переменные.

К постоянным затратам принято относить такие затраты, величина которых не меняется с изменением степени загрузки производственных

мощностей или объёма производства (амортизация, арендная плата, определённые виды заработной платы руководителей организаций и пр.)

Под переменными понимают затраты, величина которых изменяется с изменением степени загрузки производственных мощностей или объёмов производства (затраты на сырьё, основные материалы, заработная плата основных производственных рабочих, затраты на техническую энергию и др.)

В зависимости от этой классификации общие суммарные затраты на производство продукции (З) можно представить в виде следующей формулы:

$$З = А + В \times \text{ВВП} \quad (2.14)$$

где А – сумма постоянных расходов;

В – ставка переменных расходов на единицу продукции;

ВВП – объём производства продукции.

Тогда затраты на единицу продукции ($З_{\text{ед}}$) следует записать в виде:

$$З_{\text{ед}} = \frac{А + В \times \text{ВВП}}{\text{ВВП}} = \frac{А}{\text{ВВП}} + \frac{В \times \text{ВВП}}{\text{ВВП}} = \frac{А}{\text{ВВП}} + В \quad (2.15)$$

$$З_{\text{ед}} = \frac{А}{\text{ВВП}} + В \quad (2.16)$$

Все вышеизложенные положения используем при проведении анализа себестоимости.

Анализ себестоимости проводят *по следующим направлениям*:

1. Анализ динамики и структуры обобщающих показателей себестоимости и факторов её изменения.
2. Анализ затрат на 1 тенге товарной продукции.
3. Анализ себестоимости важнейших изделий.
4. Анализ прямых материальных и трудовых затрат.
5. Анализ косвенных затрат.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Дайте определение понятия «предприятие».
2. Как называется совокупность ресурсов затрат труда работников строительства, времени работы строительных машин и механизмов, потребности в строительных материалах, изделиях и конструкциях, установленных на принятый измеритель строительных, монтажных или других работ?
3. Раскройте сущность и значение понятия «оборотные средства».
4. В чем отличие понятий «локальная смета» и «объектная смета»?
5. На какие измерители разрабатываются укрупненные сметные нормы?
6. Что такое калькулирование стоимости материалов?
7. Охарактеризуйте методы определения численности работающих на предприятии.
8. Для каких сооружений предусматривается двухстадийное проектирование?
9. Каковы основные особенности тарифной, бестарифной, договорной систем оплаты труда?
10. Назовите признаки классификации затрат на производство и реализацию продукции.
11. Назовите основные виды прибыли предприятия.
12. Как рассчитываются показатели рентабельности?
13. Что вкладывается в понятие выручки?
14. Чем отличаются затраты: основные и накладные, прямые и косвенные, элементные и комплексные? Приведите примеры.
15. Перечислите методы определения сметной стоимости.
16. Начисляется ли доплата рабочим за работу в ночную смену, выходные и праздничные дни?
17. Определите потребности в оборотных средствах.
18. Назовите группы показателей рентабельности.
19. Какие затраты отражаются в составе затрат на оплату труда рабочих?
20. Какие затраты указываются и утверждаются в сводном сметном расчете стоимости строительства?

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Данные по вариантам для практических заданий приведены в приложении – 4.

№1

Определите среднегодовую стоимость основных средств. Данные для решения:

Данные по основным средствам	Величина, тыс. тг
Стоимость на начало года	15 000
Стоимость введенных основных средств:	
в марте	200
в июне	150
в августе	250
Стоимость выбывших основных средств: в феврале	100
в октябре	300

Решение:

Применяя приведённые данные, можно найти среднегодовую стоимость основных средств следующими способами: без учета месяца ввода-вывода основных средств предприятия и с учетом месяца ввода-вывода основных средств.

Осуществим расчет среднегодовой стоимости основных средств, не принимая во внимание при этом месяц, в котором объекты основных средств были введены в эксплуатацию или выбыли с предприятия:

$$C_{\text{ср}} = \frac{C_{\text{н.г.}} + C_{\text{к.г.}}}{2} \quad (2.17)$$

где $C_{\text{ср}}$ – среднегодовая стоимость;

$C_{\text{н.г.}}$ и $C_{\text{к.г.}}$ – стоимость на начало и конец года.

Стоимость на начало года приведена в исходных данных задачи. Стоимость на конец года рассчитаем по формуле:

$$C_{\text{к.г.}} = C_{\text{н.г.}} + C_{\text{введ}} - C_{\text{выб}} \quad (2.18)$$

где $C_{\text{введ}}$ – стоимость введенных в течение года основных средств;

$C_{\text{выб}}$ – стоимость выбывших в течение года основных средств.

Рассчитать:

$$C_{\text{к.г.}} = ?$$

$$C_{\text{ср}} = ?$$

№2

Первоначальная стоимость группы объектов на 1 января была равна 160 тыс.тг., срок фактической работы – 3 года. Определите остаточную стоимость и коэффициент износа на ту же дату, если амортизация начисляется линейным способом. Для этой группы объектов найден срок полезного использования 10 лет.

Решение:

Решая данную задачу, учитываем тот факт, что остаточная стоимость – это первоначальная стоимость за минусом износа, а сумма начисленного износа – это сумма амортизационных отчислений за весь период фактического использования объекта. Вот почему решение задачи начнем с определения суммы износа по каждому из способов расчета амортизации.

а) *Осуществим расчет по линейному способу.* Годовую сумму амортизации рассчитаем по формуле:

$$A = \frac{C_{\text{перв}} \times H_a}{100} \quad (2.19)$$

где A – ежегодная сумма амортизационных отчислений;

$C_{\text{перв}}$ – первоначальная стоимость объекта;

H_a – норма амортизационных отчислений.

Норма амортизации может быть найдена следующим образом:

$$H_a = \frac{1}{T} \times 100 \quad (2.20)$$

где T – срок полезного использования.

Найдем норму амортизации при сроке полезного использования 10 лет:

$H_a = ? \%$.

Амортизация за год составит $A = ?$ тыс.тг.

При этом способе сумма амортизации каждый год одинакова, вот почему износ за три года равен. $I = ?$ тыс.тг.

Зная суммы износа, можно вычислить остаточную стоимость и коэффициент износа, применяя формулу:

$$C_{\text{ост}} = C_{\text{перв(восст)}} - I \quad (2.21)$$

Коэффициент износа определим по формуле:

$$K_{\text{изм}} = \frac{I}{C_{\text{перв}}} \times 100 \quad (2.22)$$

Подставим значения в формулы, получим следующие значения:

а) линейный способ: $C_{\text{ост}} = ?$ тыс.тг., $K_{\text{изн}} = ? \%$.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Текущая стоимость будущих денежных потоков минус начальные затраты на инвестирование – это:

- 1) чистая приведенная (текущая) стоимость;
- 2) результат производства;
- 3) эффект производства;
- 4) прибыльность инвестиций;
- 5) коэффициент дисконтирования.

2. Дифференцированным показателем социально-экономической эффективности является:

- 1) материалоемкость продукции;
- 2) выручка от реализации продукции;
- 3) себестоимость продукции;
- 4) рентабельность продукции;
- 5) прибыль.

3. Потребность в оборотных средствах на формирование производственного запаса рассчитывается как:

- 1) произведение среднесуточных затрат сырья и материалов в стоимостном выражении и нормы производственного запаса на складе;
- 2) стоимость готовой продукции на начало периода плюс стоимость готовой продукции в плановом периоде минус стоимость готовой продукции на конец периода;
- 3) произведение среднесуточного выпуска готовой продукции и времени пролеживания готовых изделий на складе;
- 4) произведение среднесуточного выпуска готовой продукции и коэффициента периодичности запуска изделий в дальнейшую обработку;
- 5) произведение среднесуточных затрат сырья и материалов в стоимостном выражении, длительности производственного цикла и коэффициента нарастания затрат.

4. Издержки, которые непосредственно связаны с производством конкретного вида продукции, называются:

- 1) прямыми;
- 2) косвенными;
- 3) накладными;
- 4) основными;
- 5) однородными.

5. По типу производства предприятия делятся на предприятия:

- 1) массового, серийного, единичного типа;
- 2) поточного, партийного, единичного производства;
- 3) массового, серийного, поточного типа;

4) с предметной, технологической и смешанной структурой производства;

5) мелкосерийного, крупносерийного, единичного, поточного типа.

6. С каждого тенге вложенных активов предприятия получило 15 тиынов прибыли – этот показатель называется:

- 1) рентабельность производства;
- 2) рентабельность собственного капитала;
- 3) прибыльность продаж;
- 4) оборачиваемость активов;
- 5) оборачиваемость капитала.

7. Рентабельность производства – это:

- 1) чистый доход / среднегодовая стоимость активов;
- 2) чистый доход от реализации продукции / себестоимость реализованной продукции;
- 3) чистый доход / среднегодовая стоимость акционерного капитала;
- 4) среднегодовая стоимость активов / доход от реализации продукции;
- 5) чистый доход / доход от реализации продукции.

8. К ненормируемым оборотным средствам относятся:

- 1) продукция отгруженная, но не оплаченная, денежные средства на расчетном счете, средства в расчетах;
- 2) расходы будущих периодов, денежные средства;
- 3) расходы будущих периодов, незавершенное производство, готовая продукция на складе;
- 4) незавершенное производство, денежные средства, готовая продукция;
- 5) производственные запасы, незавершенное производство, готовая продукция на складе.

9. Амортизация товарно-материальных запасов – это:

- 1) все ответы не верны;
- 2) потеря их стоимости;
- 3) изнашивание их в процессе использования;
- 4) снижение их стоимости;
- 5) возмещение их износа.

10. Делением часовой тарифной ставки на часовую норму выработки рассчитывается:

- 1) сдельная расценка за изделие;
- 2) тарифный коэффициент;
- 3) тарифный разряд;
- 4) сдельный заработок;
- 5) норма времени.

11. Какие предприятия освобождаются от государственного контроля, который ведется за доходами предприятия и уплатой им налогов; санитарным состоянием производства; соблюдением стандартов; правовой защитой наемного персонала:

- 1) никакие не освобождаются;
- 2) частные;
- 3) акционерные;
- 4) хозяйственные товарищества;
- 5) на праве оперативного управления.

12. Материалоемкость продукции определяется как:

- 1) отношение материальных затрат к объему выпуска продукции предприятия;
- 2) отношение объема выпуска продукции к материальным затратам;
- 3) отношение объема выпуска продукции к себестоимости продукции;
- 4) отношение себестоимости продукции к материальным затратам;
- 5) отношение себестоимости продукции и расходов периода к материальным затратам.

13. Примером сравнительной эффективности производства является:

- 1) выбор из нескольких вариантов решения той или иной производственно-хозяйственной задачи наилучшего;
- 2) сравнение деятельности данного предприятия за несколько лет;
- 3) сравнение деятельности ряда предприятий за определенный промежуток времени;
- 4) сравнение деятельности ряда предприятий за определенный промежуток времени и деятельности данного предприятия за несколько лет;
- 5) сравнение деятельности данного предприятия за несколько лет или выбор наилучшего из альтернативных вариантов решения производственной задачи.

14. В количественном выражении эффективность производства можно описать как:

- 1) полученные выгоды в сопоставлении с затратами;
- 2) выгоды производства;
- 3) результат хозяйственной деятельности;
- 4) эффект от деятельности предприятия в сравнении с другими предприятиями;
- 5) сопоставление ресурсов и затрат предприятия.

15. Под инвестиционной привлекательностью следует понимать:

- 1) надежное и своевременное достижение целей инвестора на базе экономических результатов деятельности данного инвестируемого;
- 2) запас источников собственных финансовых средств предприятия;
- 3) готовность предприятия погасить краткосрочную задолженность

своими средствами;

4) производства комплекс работ по созданию инвестиционных проектов, установлению контактов с потенциальными инвесторами;

5) готовность осуществлять инвестиционную деятельность.

16. Предполагаемая стоимость лома или запасных частей, остающихся в конце срока службы основных средств – это:

- 1) ликвидационная стоимость;
- 2) текущая стоимость;
- 3) балансовая стоимость;
- 4) стоимость реализации;
- 5) восстановительная стоимость.

17. Участники предприятия (организации) отвечают по обязательствам в пределах своих вкладов в уставной капитал, а при их недостаточности – своим имуществом в размере, кратком внесенным ими вкладом в уставной капитал:

- 1) в товариществе с дополнительной ответственностью;
- 2) в коммандитном товариществе;
- 3) в акционерном обществе;
- 4) в производственном кооперативе;
- 5) в товариществе с ограниченной ответственностью.

18. Прибыльность продаж, умноженная на оборачиваемость активов, характеризует показатель:

- 1) доходность активов;
- 2) коэффициент прибыльности;
- 3) текущего состояния;
- 4) выплаты дивидендов;
- 5) прибыльность продукции.

19. Оплата за изготовленную продукцию в пределах установленной нормы по прямым сдельным расценкам, а оплата за продукцию сверх нормы – по повышенным расценкам – это:

- 1) сдельно-прогрессивная оплата;
- 2) повременно - премиальная оплата;
- 3) сдельно - премиальная оплата;
- 4) индивидуальная сдельная оплата;
- 5) косвенная сдельная оплата.

20. Потребность предприятия в работающих определяется как:

1) численность работающих базисного года x (индекс роста объема производства / индекс роста производительности труда);

2) численность работающих базисного года x (индекс роста производительности труда / 100);

- 3) численность работающих базисного года x (индекс роста производительности труда / индекс роста объема производства);
- 4) экономия численности / численность работающих;
- 5) объем производства продукции / численность работающих.

КРАТКИЕ ВЫВОДЫ

При изучении раздела обучающиеся осваивают следующие знания и навыки: основные и оборотные фонды дорожно-строительных предприятий, экономическую эффективность производственных процессов, порядок разработки сметной документации, методы планирования и учета.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автомобильные дороги. СНиП РК 3.03-09-2006. Издание официальное. Комитет по делам строительства Министерства индустрии и торговли РК Астана, 2014.
2. Балова Е.Ф. Нормирование труда рабочих в строительстве. М., 2006.
3. Беловая В.В. Нормирование труда и сметы в строительстве. М., 1991.
4. Будрин А.Г. и др. «Экономика автомобильного транспорта», Москва, 2006г.
5. Волков О.И. «Экономика предприятия». М, Инфра, 2004г.
6. Горфинкель В.Я. «Экономика предприятия», ЮНИТИ, 2001г.
7. Либерман И.А. Цены и себестоимость строительной продукции. М., Финансы и статистика, 1997.
8. Назарбаев Н.А. народу Казахстана. Стратегия «Казахстан – 2050» - новый политический курс состоявшегося государства, 14 декабря 2012 г.
9. Назарбаев Н.А. Послание президента Республики Казахстан – лидер нации. 2016 г.
10. Общие положения по определению сметной стоимости в Республики Казахстан. 2005.
11. Плотников А.Н. Экономика строительства: Учебное пособие. 2009.
12. Романов К.Г. Нормирование труда и сметы. М., 1989.
13. Рябушкин Т.В. «Экономика производства» М., 2002.
14. Ряузов Н.Н. «Экономика производства» М., 2001.
15. СНиП РК 1.02-18-2004. Инженерные изыскания в строительстве.
16. СНиП РК 1.03-06-2002. Строительное производство. Организация строительства предприятий, зданий и сооружений.
17. СНиП РК А.2.2–1–2001 «Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений».
18. СНиП РК.2-2002. Сметное дело. Астана. 2003.
19. Степанов В.И. «Экономика строительства», СПб: 2008.
20. Фокин А. Сметная стоимость в строительстве. М., 1989.
21. Хайкин Г.М. Сметное дело в строительстве. М., 1991.
22. Харченко Л.И. «Статистика» М., 2001.
23. <https://primeminister.kz/ru/news/reviews/novye-predpriyatiya-stroitelstvo-dorog-obespechenie-zhilem-razvitie-promyshlennoy-otrasli-kazahstana-354351>
24. https://online.zakon.kz/document/?doc_id=30947363

РАЗДЕЛ 3. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И АЭРОДРОМОВ

Цели обучения

После прохождения данного раздела обучающиеся смогут:

1. Выполнять вскрышные работы в карьере;
2. Соблюдать технологию буровзрывных работ;
3. Определять условия расположения производственных предприятий и их характеристики;
4. Выбирать необходимую технологию для возведения земляного полотна;
5. Составлять необходимую технологию для определенных конструкций дорожной одежды из имеющихся дорожно-строительных материалов и для определенных сроков строительства;
6. Определять потребность в средствах механизации для ремонта дорог и аэродромов;
7. Определять межремонтные сроки службы дорожных одежд и покрытий.

Предварительные требования

Перед началом работы с данным разделом обучающиеся должны иметь навыки по:

- подбору состава парка дорожно-строительных машин;
- управлению транспортными средствами и машиной укладчик асфальтобетона в различных дорожных и метеорологических условиях;
- определению основных элементов автомобильных дорог с использованием технологических карт;
- разработке отдельных элементов искусственных сооружений на автомобильных дорогах;
- безопасным ведением дорожно-строительных работ;
- планированию производственной программы предприятия;
- проектированию автомобильных дорог.

Необходимые учебные материалы

Тетрадь, ручка, карандаши, миллиметровая бумага форматов А3, А4, линейка, СНиПы Республики Казахстан, инженерный калькулятор.

Введение

Современное дорожное строительство отличается от других строительных работ рядом специфических особенностей: линейный характер этих работ осложняет организацию, контроль и руководство ими, затрудняет ремонт и обслуживание дорожной техники, а также организацию жилищно - бытовых условий рабочих и инженерно-технических работников. Дорожно-строительные работы характеризуются неравномерностью распределения

объемов и видов работ по длине дороги, а также зависимостью технологии от климатических условий, гидрологии и рельефа местности.

Строительство автомобильных дорог начинается с основания земляного полотна и дорожной одежды.

3.1 Карьеры

Скопления полезных ископаемых в земной коре в количестве, экономически целесообразном, при добычи называется *месторождением полезного ископаемого*. Месторождения разрабатываются открытым, подземным и подводным способами. Для строительных материалов преобладающий способ открытый, лишь небольшую часть разрабатывают подводным способом – месторождения песка со дна водоемов. Открытый способ более производительен, безопасен и технологичен, а для ряда материалов (гранит, глина) единственный так как полезные ископаемые находятся на поверхности или незначительно 0,5- 2 метров покрыты вскрышными породами. Недостатками открытого способа является образование огромной по площади и глубине 20- 40 метров выемки и отвалов вскрышных пород занимающих значительные площади и высотой 20 -30 метров. Для снижения техногенного воздействия на окружающую среду проводят рекультивацию – засыпка плодородным слоем почвы отвалов и посев трав и посадка деревьев. Выемка заполняется подземными и паводковыми водами и образуется искусственный водоем [1].

Строительные карьеры – предприятия временного типа со сроком эксплуатации 1-3 года. Сооружения на таких карьерах временного типа, сборно-разборные и передвижные. Строительные карьеры бывают *притрассовые* и *базисные*. Притрассовые карьеры создают вблизи трассы строящейся автомобильной дороги. Базисные создают на мощных притрассовых месторождениях, удаленных от трассы. После окончания строительства эти карьеры часто используют для нужд эксплуатации дорог.

В практике дорожного строительства используют все виды карьеров. Целесообразность разработки того или иного карьера определяется следующими критериями: мощность запасов материалов, объем вскрышных работ, качество, дальность возки и себестоимость продукции франко-место потребления.

Несмотря на сравнительно высокую стоимость продукции строительных карьеров в сравнении с промышленными, их разработка целесообразна благодаря близости к местам потребления.

3.1.1 Элементы карьера

Карьерное поле – месторождение или его часть, отводимая для разработки карьером. Участок земной поверхности, занимаемый горным предприятием, называется *земельным отводом*. Месторождение при открытой разработке делят на горизонтальные и наклонные слои, которые отрабатывают с опережением верхними слоями, нижних слоев. Поэтому борт карьера, т. е. его боковая поверхность, имеет ступенчатую или уступную

форму.

Часть толщи пород в карьере, разрабатываемых самостоятельными средствами отбойки, погрузки и транспортировки, называется уступом (рисунок 3.1). Часть уступа по его высоте, отрабатываемая самостоятельными средствами выемки, но обслуживаемая транспортными средствами, общими для всего уступа, называется *подуступом*. Различают *рабочие* и *нерабочие* уступы. На рабочих уступах производится выемка пустых пород или добыча полезного ископаемого. Уступ имеет угол откоса, верхнюю и нижнюю бровку, верхнюю и нижнюю площадку, высоту, торец, откос [26].

Откосом уступа называется наклонная поверхность, ограничивающая уступ со стороны выработанного пространства. Угол откоса уступа – угол наклона откоса уступа к горизонтальной плоскости. Линии пересечения откоса уступа с его верхней и нижней площадками называются *верхней и нижней бровками*. Горизонтальные поверхности уступа, ограничивающие его по высоте, называют нижней и верхней площадками. Площадка, по которой расположены развал породы, горные машины и транспортные средства, называется *рабочей площадкой*. Свободная площадка называется *нерабочей* [1].

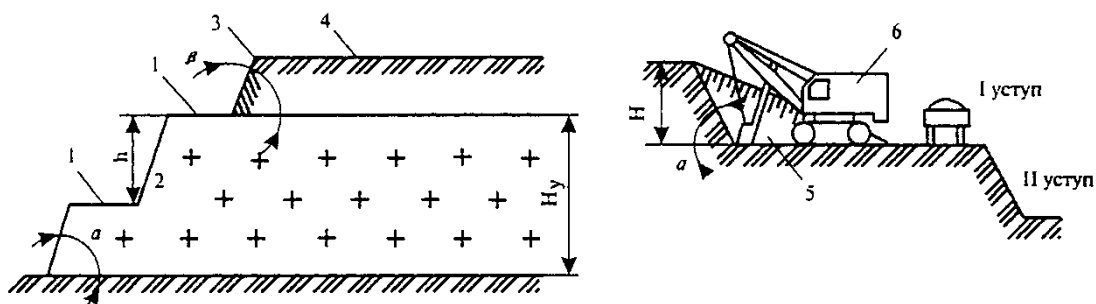


Рисунок 3.1 – Элементы уступа горной выработки

- 1 – верхняя и нижняя площадка; 2 – откос уступа; 3 – бровка вскрыши;
4 – вскрыша; 5 – развал взрывной породы; 6 – экскаватор; α – угол откоса уступа; β – угол откоса вскрыши; H_y – высота полезной толщи пород;
 h – высота уступа

Рабочий горизонт уступа – площадка, на которой установлено основное горное оборудование, предназначенное для разработки уступа. Рабочий горизонт по ширине разделяют на параллельные полосы – *заходки* определяемые по высоте и длине высотой и длиной уступа, а по ширине применяемым способом разработки. Заходку по длине делят на отдельные блоки, имеющие самостоятельный забой и разрабатываемые самостоятельными средствами отбойки и выемки. Это делает возможной отработку уступа несколькими забоями и установку на одном уступе нескольких экскаваторов. Торец заходки, где непосредственно осуществляется выемка породы, называется *забоем*.

Часть заходки по длине, подготовленная для разработки, называется *фронтом работ уступа*. Подготовка фронта работ заключается в основном в подводе транспортных путей и линий электропередач. Обычно в работе находится несколько уступов.

Боковая поверхность, ограничивающая карьер и его выработанное пространство, называется *бортом карьера*. Если на нем ведутся горные работы, то он называется *рабочим бортом*, который постепенно перемещается, приближаясь к конечным контурам (границам) карьера. Борт карьера или его отдельные участки, контуры которых совпадают с конечными контурами карьера, называются *нерабочими*. Уступы, составляющие нерабочий борт карьера, называются *нерабочими*. Они разделяются площадками: транспортными, предохранительными и очистки.

Транспортные площадки шириной 10 – 15 м служат для расположения транспортных путей, связывающих рабочие площадки в карьере с поверхностью. *Предохранительные* площадки шириной 3 – 5 м предназначены для повышения устойчивости борта и для задержания кусков породы, обрушивающихся при выветривании уступов. *Площадки очистки* — это расширенные предохранительные площадки шириной 710 м, которые оставляют через три – четыре уступа по высоте. По мере отработки уступов рабочий борт становится нерабочим, а рабочие площадки становятся предохранительными или площадками очистки. Пространство, образующееся после извлечения полезного ископаемого в результате очистных работ, называется *выработанным пространством* [1].

При подготовке месторождения к разработке проходят траншеи, которые представляют собой открытые горные выработки значительной длины по сравнению с шириной и глубиной. Первой проходят *откаточную (капитальную) траншею*, которая обычно располагается за контурами карьерного поля и служит для транспортирования вскрышных и добычных пород из карьера. *Разрезную траншею* проходят только для засечки уступов и создания первоначального фронта работ. В процессе разработки месторождения разрезная траншея расширяется, постепенно образуя выработанное пространство карьера.

Насыпь пустых пород, удаляемых при разработке месторождения, называется *породным отвалом*. Отвалы могут располагаться в выработанном пространстве карьера или на поверхности вне контура карьера. В первом случае их называют *внутренними*, во втором – *внешними*.

Условия, влияющие на элементы карьера. Определение параметров основных элементов карьера, правильный выбор направления продвижения фронта работ очень важны для нормальной разработки месторождения. Один из главных элементов открытой разработки уступ, высота которого устанавливается с учетом безопасности ведения горных работ, условиями залегания и свойств разрабатываемых горных пород, способа их выемки, применяемого оборудования и других факторов [26].

Если отдельные пласты разрабатываемого месторождения разделены пропластками пустых пород значительной мощности, то разработку такого

месторождения целесообразно производить отдельными уступами, высота которых будет зависеть от мощности отдельных пластов и залегающих между ними прослоек пустых пород.

Такой способ разработки сложных залежей вытекает из условия обеспечения необходимого качества продукции.

Высота уступа в мягких породах не должна превышать максимальной высоты черпания ковша экскаватора во избежание образования козырьков. В сыпучих породах допускается увеличение высоты забоя до безопасного предела, зависящего от конкретных условий.

Высота уступа при разработке скальных пород экскаватором с применением буровзрывных работ при однорядном или двухрядном взрывании не должна превышать более чем в 1,5 раза высоту черпания ковша экскаватора (при этом высота развала взорванной горной массы не должна превышать высоту черпания). При высоте развала породы, превышающей высоту черпания экскаватора, необходимо предупреждать произвольное обрушение образующихся козырьков [26].

Угол откоса рабочего уступа допускается: при экскаваторной разработке скальных пород до 80°С; мягких, но устойчивых до 60°С; сыпучих пород – не более угла естественного откоса этих пород. Для нерабочих уступов уклон откоса должен соответствовать углу естественного откоса пород.

Ширина рабочей площадки (бермы) должна быть такой, чтобы на ней могла расположиться взорванная порода, и можно было ее нормально транспортировать, не мешая обушиванию нижележащего уступа. Ширина рабочей площадки зависит от метода буровзрывных работ, применяемого транспортного оборудования, степени механизации и определяется по следующим формулам:

для разрыхленных пород взрывом

$$Ш_{рп} = Б + П_{т} + П_{в} + В_{п} \quad (3.1)$$

для рыхлых пород

$$Ш_{рп} = А + П_{т} + П_{в} + В_{п} \quad (3.2)$$

где Б – полная ширина развала породы после взрыва, м;

П_т – ширина транспортной полосы, м;

П_в – ширина полосы для размещения дополнительного оборудования и проезда вспомогательных транспортных средств, м;

В_п – ширина полосы безопасности, м;

А – ширина экскаваторной заходки по целику в рыхлых породах, м.

Особое место при определении параметров основных элементов карьера занимает длина фронта работ, которая зависит от размеров

карьерного поля, производственной мощности карьера, высоты уступа, производительности экскаваторов, вида транспортных средств, способа разработки месторождения.

Протяженность экскаваторного фронта работ зависит от категории разрабатываемых пород. Так, при разработке скальных пород фронт работ на один экскаватор обусловлен особенностями организации буровзрывных работ и в 1,5 – 2 раза превышает длину фронта работ на мягких породах. Расчетами установлено, что оптимальное использование оборудования достигается при минимальной длине экскаваторного фронта [1].

По технологическим нормам, действующим для карьеров строительных материалов, максимальная длина фронта работ для экскаватора с объемом ковша 2 – 5 м³ и при высоте уступа 10 – 15 м равна 150 – 500 м.

3.1.2 Вскрытие месторождения

Вскрытие месторождения заключается в проходке вскрывающих выработок, открывающих доступ к месторождению или его части. Наиболее рациональный способ вскрытия месторождения должен обеспечить необходимый фронт работ на вскрышном и добычном уступах, транспортную связь рабочих горизонтов с необходимыми цехами, безопасность работ и наибольшую экономичность по капитальным затратам.

Различают *бестранспортный*, *транспортный*, *подземный* и *комбинированный* способы вскрытия месторождения.

В состав работ по вскрытию входят:

- снятие вскрышных пород с расчетом создания такого опережения вскрышного уступа, которое обеспечит нормальное продвижение добычного уступа при кратковременном прекращении работ по вскрыше;

- засечка добычных уступов и создание соответствующей ширины берм; при разработке холмистого карьера засечку уступов начинают с очистки лобовой части месторождения сверху вниз (при сносе) и при разработке глубинного карьера с проходки разрезной траншеи сверху вглубь (при разносе);

- проходка капитальных траншей (при разносе) и организация берм (при сносе) для транспортирования полезного ископаемого из карьера к месту работы или отгрузки вскрышных пород в отвал.

Установление рационального способа вскрытия карьерного поля является одной из наиболее сложных и ответственных задач, от правильного решения которой зависят технико – экономические показатели работы горного предприятия [26].

На выбор способа вскрытия влияют: рельеф поверхности, элементы залегания месторождения, инженерно – геологические условия его залегания, производственно – технические условия разработки и другие факторы.

Классификация способов вскрытия месторождений. В основу классификации способов вскрытия месторождений положено несколько классификационных признаков: наличие, положение, количество и

назначение вскрывающих горных выработок.

Наличие вскрывающих выработок является обязательным для железнодорожного, автомобильного и конвейерного видов карьерного транспорта. Вскрывающие выработки могут быть *расположены* вне или внутри карьера. *По назначению* вскрывающие выработки могут служить для одновременного прохода груза и порожняка или для прохода их отдельно друг от друга.

Бестраншейное вскрытие характеризуется отсутствием капитальных траншей. Этот способ применяется, когда горная масса из карьера транспортируется при помощи башенных экскаваторов, кабельных кранов, канатных скреперов и т. п.

Вскрытие траншеями имеет наибольшее применение на современных открытых горных разработках [10].

При вскрытии внешними траншеями, последние располагают за контурами карьера и подводят к месторождению в виде прямолинейной или криволинейной выработки. Этот способ вскрытия применяется при горизонтальном или пологом залегании пластов на небольшой глубине или при вскрытии верхнего горизонта наклонных и крутопадающих пластов. Уклон траншей зависит от принятого вида карьерного транспорта.

Вскрытие отдельными внешними траншеями простой формы обеспечивает доступ к каждому уступу посредством отдельной траншеи, пройденной за контурами карьера. Этот способ применяют для вскрытия неглубоких месторождений с горизонтальным или пологим залеганием пластов малой и средней мощности. В условиях равнинной местности отдельными внешними траншеями можно вскрывать два – три уступа. Этот способ вскрытия характеризуется значительным объемом горно – капитальных работ.

Вскрытие общими внешними траншеями простой формы применяют при разработке горизонтальных, пологих и наклонных пластов значительной мощности, а также верхних горизонтов крутопадающих пластов [27].

При этом способе можно одновременно вскрывать от трех до пяти уступов.

Вскрытие внутренними траншеями применяется в карьерах с глубиной разработки до 500 м. Основными параметрами траншеи являются ее ширина понизу, уклон, длина, угол откоса бортов и строительный объем. Ширина траншеи определяется расчетным путем в зависимости от рода транспорта, а в отдельных случаях – от параметров проходческого оборудования и способа проходки. Уклон траншеи определяется по ее назначению и роду транспорта. Длина траншеи зависит от глубины ее заложения и величины уклона.

Объем капитальной траншеи составляет значительный удельный вес в общем объеме работ по строительству карьера и оказывает большое влияние на размер капитальных затрат и сроки строительства. Ее объем:

$$V = V_1 + 2V_2 + V_3 + 2V_4 \quad (3.3)$$

Так как объемы V_3 и V_4 относительно невелики, их можно не учитывать. Тогда $V = V_1 + 2V_2$. В свою очередь,

$$2V_2 = \frac{h}{\tan \alpha} \quad (3.4)$$

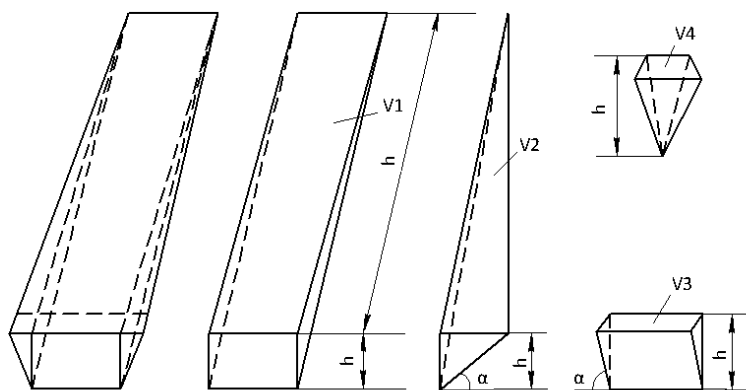


Рисунок 3.2 – Схема к расчету одиночной наклонной капитальной траншеи

Откуда объем наклонной капитальной траншеи

$$V = \frac{h^2}{i_R} \left(\frac{b}{2} + \frac{h}{3 \tan \alpha} \right) \quad (3.5)$$

где h – глубина траншеи, м;

i_R – уклон траншеи;

b – ширина траншеи понизу, м; α – угол откоса бортов траншеи, град.

Способы проведения траншей разнообразны и зависят от физико – механических свойств разрабатываемых пород, размеров поперечного сечения траншеи, типа применяемых экскаваторов и другого проходческого оборудования. По перемещению горной массы способы проведения траншей подразделяются на: бестранспортные – с размещением породы на бортах траншей экскаваторами; транспортные с вывозкой породы в отвалы; специальные; комбинированные [10].

3.1.3 Вскрышные работы

Назначение вскрышных работ. Почти все месторождения строительных материалов залегают под пластами глинистых пород, которые называются вскрышными. Для обеспечения нормальной работы карьера в подготовительный период и в процессе эксплуатации месторождения необходимо вскрышные породы убрать до начала добычи полезного ископаемого. Работы, связанные с разработкой, транспортировкой и разгрузкой вскрышных пород в отвал, называются вскрышными (эксплуатационно – подготовительными). Они могут быть сезонными и круглогодичными.

К вскрышным работам предъявляются следующие требования: в условиях сезонной работы за сезон необходимо снять такой объем вскрышных пород, который обеспечил бы нормальную работу месторождения в течение всего года продвижение вскрышного уступа должно быть увязано с продвижением уступа полезного ископаемого; вскрышу следует убирать тщательно, чтобы исключить попадание ее в полезное ископаемое; при разработке больших карьеров отвалы вскрыши следует размещать в выработанное пространство с последующей рекультивацией [26].

Коэффициенты вскрыши. Коэффициенты вскрыши являются важнейшими экономическими показателями открытых горных работ, так как общий объем извлекаемой горной породы, а также общие затраты и полная себестоимость полезного ископаемого определяются этими показателями. Коэффициент вскрышных пород характеризуется количеством пород вскрыши, приходящихся на единицу объема или массы полезного ископаемого.

Различают геологический, средний эксплуатационный и текущий эксплуатационный коэффициенты вскрыши.

Геологический коэффициент вскрыши ($K_{вг}$) показывает отношение объема вскрышных пород на площади утвержденных запасов полезного ископаемого к объему этих запасов.

Средний эксплуатационный коэффициент ($K_{вс}$) показывает отношение всех вскрышных пород, которые будут разработаны за время эксплуатации месторождения, к объему промышленных запасов полезного ископаемого.

Текущий эксплуатационный коэффициент ($K_{вт}$) – отношение объема вскрышных пород, разрабатываемых за определенный период времени к объему полезного ископаемого, добываемому за этот период.

Кроме перечисленных коэффициентов вскрыши, вводится понятие коэффициента пустых пород, т.е. пород, залегающих между пластами полезного ископаемого. Он выражает отношение суммы объемов вскрышных и пустых пород к объему полезного ископаемого $K_{п}$.

В результате разработки вскрышных пород часть полезного ископаемого оказывается подготовленной к выемке. По степени подготовленности к разработке все запасы подразделяют на вскрытые, подготовленные к зачистке и выемке, и запасы под бермами (рисунок 3.3).

Вскрытыми называются запасы полезного ископаемого, находящиеся в той части месторождения, на которой выполнены все работы по вскрытию.

Подготовленными к зачистке считаются запасы, которые вскрыты, но не зачищены от остатков вскрышных пород, и находятся под прослойками пустых пород [25].

Готовые к выемке вскрытые, полностью подготовленные запасы, которые могут быть разработаны без нарушения правил горных работ, за исключением запасов под бермами; последние по мере продвижения уступов переходят в «готовые к выемке».

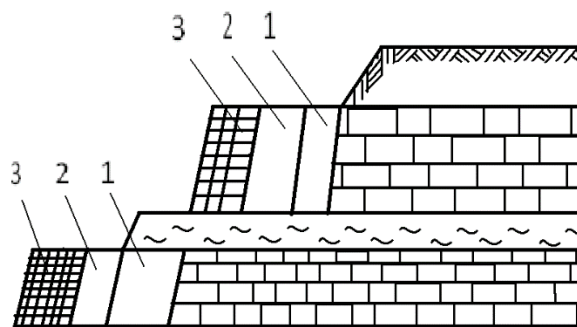


Рисунок 3.3 – Классификация запасов

1 – запасы, подготовленные к зачистке; 2 – запасы под бермами; 3 – запасы, готовые к выемке

3.2 Буро – взрывные работы

Взрывные выработки. Для заряжания, т.е. для помещения определенного количества взрывчатых веществ в породу, в последней устраивают различными способами цилиндрические углубления, называемые *взрывными выработками (ВВ)*.

Искусственное цилиндрическое углубление в породе для размещения ВВ и забоечного материала диаметром до 75мм и глубиной до 5м и называют *шпуром*. Такое же углубление, но большего диаметра и глубиной более 5м называют *скважиной*. Для размещения заряда ВВ большего, чем может вместить шпур или скважина, в их нижней части устраивают уширение (котел). Такие выработки носят название котловой шпур или котловая скважина.

Для размещения во взрывающей среде больших зарядов взрывчатого вещества устраивают специальные зарядные камеры выработки больших размеров и различных геометрических форм. Для их устройства необходимо предварительно пройти вспомогательные выработки, вертикальные шурфы или горизонтальные штольни и рассечки [1].

Поперечное сечение шурфов, как правило, выполняют прямоугольных размеров от 1×1 до 1,2 × 1,2 м. Штольням придают трапециевидальное сечение, высота их в свету 1,6 м, ширина основания не менее 1 м (рисунок 3.4).

Шпуры и скважины образуются с применением бурения. Устройство зарядных камер и вспомогательных выработок требует применения нескольких видов работ и операций.

Совокупность этих операций называют *проходческими работами*, или *проходкой выработок*.

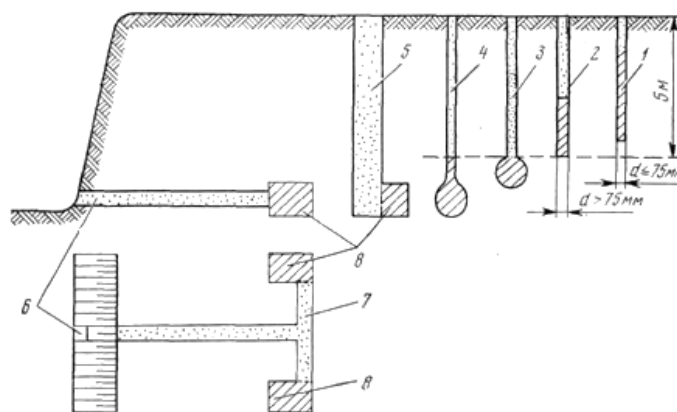


Рисунок 3.4 – Взрывные выработки

1 – шпур, 2 – скважина, 3, 4 – котловый шпур и скважина, 5 – шурф, 6 – штольня, 7 – рассечка, 8 – зарядные камеры.

Виды бурения взрывных скважин и шпуров. Бурение скважин и шпуров на карьерах производится специальными породоразрушающими (буровыми) машинами, разделяемыми на две группы:

- 1) механического воздействия на забой скважины (ударное, вращательное и ударно-вращательное бурение);
- 2) физических методов воздействия на забой скважины (термическое, гидравлическое, взрывное и др.).

Ударное бурение с помощью ударно – канатных буровых станков длительное время было единственным, а затем ведущим способом бурения скважин. Область применения способа из-за отсутствия резервов увеличения мощности и производительности этих станков постепенно сокращалась и сейчас занимает только 0,5% общего объема бурения. Такие станки уже не выпускаются, а использование имеющихся станков (БУ-20-2м, БУ-20-2у, БС-1м) целесообразно только в закарстованных разнородных и равнопрочных породах ($P_6 = 10 - 20$) при диаметре скважин 150 - 350 мм и глубине их до 50 м.

Пневматические бурильные молотки (ручные и колонковые перфораторы) используются для бурения шпуров диаметром 32 - 40 и 50 - 75 мм в скальных и полускальных породах. При этом широко применяются различные установочные приспособления, в том числе самоходные каретки.

Станки шарошечного бурения получили наибольшее распространение для бурения скважин диаметром 190 - 320 мм и глубиной до 35 м в породах с P_6 от 6 до 16. Основные их достоинства - высокая производительность (150 - 200 м/смену), непрерывность процесса бурения, возможность его автоматизации; недостатки - большая масса станков и малая стойкость в труднобуримых породах [26].

Станки вибрационного бурения находятся в стадии испытаний; достоинства их – относительно небольшая масса, простой буровой инструмент, возможность бурения скважин разного направления, высокая

производительность [25].

Вращательное бурение скважин осуществляется станками шнекового, алмазного и дробового бурения. Бурение шпуров в породах с $P_6 = 1 - 3$, в основном в негабаритных кусках, может производиться электросверлами.

Станки шнекового бурения широко применяются (до 22% объема буровых работ) для бурения вертикальных и наклонных скважин диаметром 125 - 160 мм и глубиной до 25 м в породах с P_6 от 1 до 6, главным образом на угольных карьерах (уголь, аргиллиты, мягкий известняк) и при разработке непрочных строительных пород (мергель и др.). Производительность их 100 - 150 м/смену. Станки характеризуются простотой эксплуатации, при их работе обеспечиваются благоприятные санитарно-гигиенические условия.

Станки алмазного и дробового бурения применяются при особо вязких абразивных породах, главным образом для бурения разведочных скважин, так как позволяют получать керн. Станки эти относительно легкие и маломощные. Бурение осложняется большим числом спускоподъемных операций и искривлением скважин.

Ударно-вращательное бурение посредством станков с погружными пневмоударниками, применяется (до 5% всего объема буровых работ) для бурения скважин диаметром 100 - 200 мм и глубиной до 30 м в породах с P_6 от 5 до 20 при разработке строительных горных пород, в гидротехническом строительстве, на рудных карьерах производственной мощностью до 5 млн. м³/год, а также при вспомогательных работах на крупных рудных карьерах (заоткоска бортов, выравнивание подошвы уступов и др.). Эти станки особенно эффективны при высокоабразивных весьма и исключительно труднобуримых породах. Производительность их 30 - 50 м/смену. Затраты на обуривание 1 м³ породы в 1,5 - 2,5 раза выше, чем при шарошечном бурении при $P_6 < 12$. Буровые станки этого типа конструктивно просты и позволяют автоматизировать процесс; возможно многшпindelное бурение. Основные их недостатки: малая стойкость буровых коронок, низкая производительность и большое пылеобразование [1].

Термическое (огневое) бурение вследствие его избирательности получило распространение (до 2% буровых работ) при бурении скважин диаметром 250 - 360 мм и глубиной до 17 - 22 м, главным образом в весьма и исключительно труднобуримых кварцесодержащих породах ($P_6 = 16 - 25$; $P_{т6} > 0,1$), хотя может успешно применяться в породах с $P_6 = 10 - 15$. Разрушение (шелушение) пород происходит в результате нагрева забоя скважины сверхзвуковыми раскаленными струями и появления термических напряжений, превышающих предел прочности минерального образования.

Возможность котловых расширений скважин (до 400 - 500 мм) позволяет сократить объем бурения в сильно - и чрезвычайно трещиноватых породах за счет увеличения расстояния между скважинами. Производительность в хорошо термобуримых породах до 12 - 15 м/ч. Резко снижается производительность при наличии трещин и нетермобуримых прослоек. В трудно термобуримых породах этим способом возможно расширение скважин, пробуренных шарошечными станками.

Гидравлическое бурение основано на действии тонкой высоконапорной струи воды, подаваемой на забой скважины со сверхзвуковой скоростью. Способ находится в стадии экспериментов, которые подтверждают возможность его эффективного использования для бурения в скальных породах.

Электрогидравлическое бурение основано на явлении гидравлических ударов (основного и второго кавитационного), возникающих в жидкой среде вследствие импульсного разряда между разомкнутыми контактами электрической цепи, к которым подводится высокое напряжение; метод находится в стадии экспериментов [26].

Применение ультразвука для бурения скважин и резания пород основывается на совместном воздействии на хрупкую породу ультразвуковых колебаний бурового инструмента (частота выше 20 кГц) и кавитационного эффекта в промывочной жидкости. Источником ультразвука являются мощные магнитострикционные излучатели. Ведутся работы по звуковому и инфразвуковому разрушению пород.

Взрывобурение скважин может осуществляться с помощью импульсных или твердых зарядов ВВ, а также струйным способом.

Ампулы с жидкими компонентами ВВ (окислитель и горючее) периодически подаются к забою скважины по трубам в воде при расходе 50 - 60 л/с. Зона разрушения составляет по глубине 0,6 - 1,2 и по диаметру 1,2 - 3 радиуса заряда.

Твердые заряды ВВ массой 150 - 200 г с детонатором накольного типа посылаются из сопла взрывобура в скважину с обсадной трубой с частотой 20 - 25 зарядов в час. Скорость бурения при $d_c = 200 - 230$ мм в кварцитах с $P_6 = 10 - 12$ составляет 1 - 2 м/ч.

При струйном способе взрывобур является дозатором непрерывно подаваемого горючего и окислителя (четыреоксида азота и керосин или др.) и непрерывно или прерывно поступающего инициатора взрыва (сплав К и Na или др.). Создаются станки взрывного бурения скважин диаметром до 300 мм и глубиной до 40 м и взрывобуры для дробления негабарита.

Плазмобурение осуществляется при нагреве забоя скважины плазменным факелом, образующимся в плазмотроне (электрической дуге между электродом и соплом газовой горелки, охлаждаемой водой) при прохождении струи азота или смеси азота и водорода. Эффективно плазменное разрушение тугоплавких исключительно труднобуримых пород. Возможно сочетание его с механическим разрушением [11].

Несмотря на создание и внедрение новых физических и комбинированных видов бурения, в ближайшие годы механическое разрушение горных пород при бурении, в первую очередь станками шарошечного бурения, останется определяющим.

Выбор вида бурения и модели бурового станка из числа серийно выпускаемых промышленностью производится на основе учета как буримости, так и взрываемости пород, требуемой кусковатости взорванной массы, масштабов горных работ, параметров системы разработки: высоты

уступов, ширины рабочих площадок, размеров экскаваторных и взрываемых блоков и др.

Технология бурения определяет последовательность выполнения операций, обеспечивающих процесс образования скважин. При обурировании части породного массива выполняются следующие операции: установка станка на заданной отметке, непосредственно бурение, наращивание бурового става по мере углубления скважины, разборка бурового става, замена изношенного инструмента, переезд станка к отметке следующей скважины. Бурение одиночной скважины также является прерывным процессом и включает ряд повторяющихся операций и циклов [13].

Техническая скорость, относящаяся к чистому времени бурения, и качество его зависят от рационального сочетания и соответствия показателю трудности бурения горных пород конструкции и типа бурового инструмента, нагрузки на буровой инструмент, скорости вращения его, способа и условий удаления буровой мелочи, организации буровых работ.

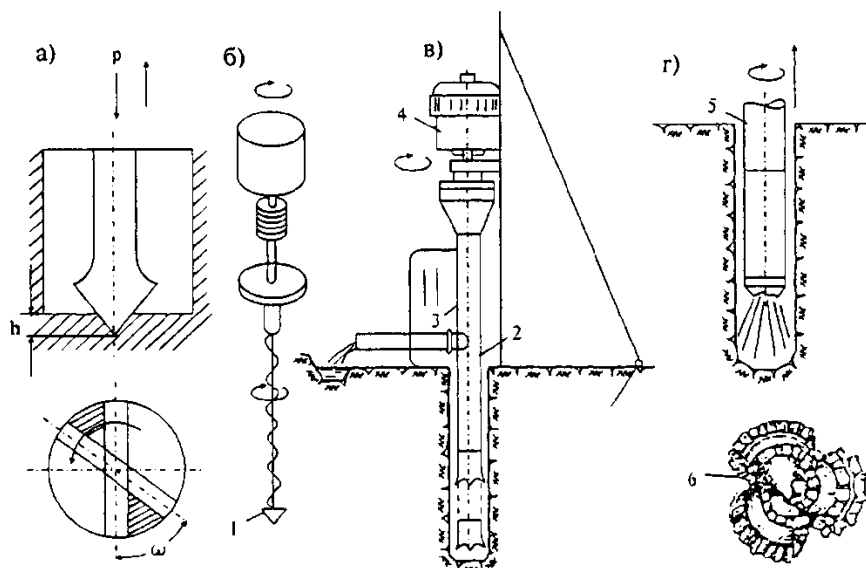


Рисунок 3.5 – Виды бурения

а – ударный; б – вращательный; в – ударно-вращательный; г – термический;
 1 – резец; 2 – пневмоударник; 3 – штанга; 4 – электродвигатель;
 5 – реактивная горелка; 6 – шарошка

Режим бурения характеризует взаимоувязанные порядок и величины развиваемых усилий, частоты ударов и скорости вращения рабочего инструмента и удаления буровой мелочи. Каждый вид бурения характеризуется своими возможными параметрами режима бурения. Наивыгоднейшие (оптимальные) режимы обеспечивают высокую производительность буровых станков и минимальные затраты на бурение скважин данного диаметра.

3.3 Взрывчатые вещества и средства

3.3.1 Взрывчатые вещества

Взрыв - чрезвычайно быстрое химическое превращение вещества, сопровождающееся выделением большого количества тепла, образованием газов, паров, разбрасыванием и разрушением окружающей среды. Различают взрывы физического и химического порядка и ядерные взрывы.

К первому виду можно отнести взрывы паровых котлов, баллонов с сжиженным газом и т. д. При этих взрывах происходит почти мгновенный переход одного и того же вещества из одного физического состояния в другое с выделением тепловой энергии. Химический же состав вещества не изменяется, а изменяется только его физическое состояние. При химическом взрыве происходит чрезвычайно быстрое самораспространяющееся химическое превращение взрывчатого вещества. Происходит необратимая реакция мгновенного химического превращения жидких и твердых ВВ и образуются группы более простых газообразных веществ. При ядерном взрыве происходит цепная реакция с образованием новых химических элементов и выделением огромного количества энергии [26].

Взрывчатые вещества (ВВ) химические соединения или механические смеси, способные под влиянием внешнего воздействия превращаться с большой скоростью и выделением тепла в газообразные продукты. Все ВВ по своему физическому состоянию могут быть: газовыми смесями (метан + воздух, ацетилен + кислород); смесями твердых и жидких веществ с газами (угольная пыль + воздух, брызги нефти + воздух); жидкими веществами (нитроглицерин, нитроглицоль, иитродиглицоль); жидкими смесями (нитробензол + азотная кислота); смесями жидких и твердых веществ (нитроглицерин + селитра динамит, кислород + горючие вещества окисилквиты); твердыми соединениями или смесями (тротил, тетрил, селитра + тротил аммониты).

Наибольшее распространение получили взрывчатые смеси из твердых ВВ. Все взрывчатые вещества состоят из веществ, богатых кислородом (аммиачная, калиевая, натриевая селитры, жидкий кислород), а также горючих веществ (алюминий, магний, сера, уголь, древесная мука).

Классификация взрывчатых веществ. Кислородный баланс. По характеру воздействия на окружающую среду все промышленные ВВ делятся на *бризантные, метательные* (фугасные) и *инициирующие*.

Бризантными называются ВВ, у которых взрывчатое превращение происходит с очень большой скоростью в форме детонации, и выделившиеся газы оказывают дробящее действие на окружающую среду.

Метательными (фугасными) называются ВВ, у которых взрывчатое превращение происходит с меньшей скоростью в форме взрывчатого горения без дробящего эффекта [13].

Инициирующими называются высокочувствительные, легко взрывающиеся взрывчатые вещества, способные вызывать детонацию других взрывчатых веществ.

Все промышленные взрывчатые вещества по условиям безопасности

делятся на предохранительные и не предохранительные. Первые имеют в своем составе инертные примеси, снижающие чувствительность этих ВВ к внешним воздействиям. Для их различия правилами безопасности установлен отличительный цвет патрона или полосы на обертке (таре): белый - не предохранительное ВВ, применяемое на открытых горных работах; красный - не предохранительное ВВ, применяемое при подземных работах, кроме шахт, опасных по газу и пыли; синий - предохранительное ВВ, применяемое при взрывных работах только по породе; желтый - предохранительное ВВ при работе по углю и породе [26].

В состав каждого взрывчатого вещества входят кислород и горючие элементы. Кислородным балансом называют разность между количеством кислорода, находящегося в данном ВВ, и количеством кислорода, необходимым для обеспечения полного сгорания всех горючих элементов, входящих в состав данного взрывчатого вещества. Он может быть положительным, отрицательным и нулевым.

Положительный кислородный баланс имеют ВВ, в состав которых входит количества кислорода, превышающего дозу, необходимую для окисления горючих элементов. При взрыве таких ВВ образуются вредные газы - окислы азота. Отрицательный кислородный баланс имеют ВВ, в состав которых входит количество кислорода, недостаточное для окисления всех горючих элементов. При взрыве таких взрывчатых веществ образуется много ядовитой окиси углерода. При нулевом кислородном балансе количество кислорода, входящего в состав ВВ, точно соответствует количеству кислорода, необходимому для полного окисления всех горючих элементов. Взрывчатые вещества, имеющие нулевой кислородный баланс, при взрыве выделяют максимальное количество тепла и энергии.

Начальный импульс и его виды. Возбуждение взрыва заряда ВВ всегда происходит за счет внешнего воздействия на него, при этом затрачивается определенное количество энергии, прилагаемой к какой-либо его точке. Это воздействие может быть ничтожно мало по сравнению с работой взрыва самого заряда и имеет своим назначением вывести из состояния малоустойчивого равновесия некоторую небольшую часть молекул взрывчатого вещества. Дальнейшее распространение взрывчатого разложения ВВ происходит непрерывно за счет энергии, выделяемой той частью взрывчатого вещества, которая уже подверглась взрывчатому разложению [26].

Энергию, необходимую для возбуждения взрыва заряда ВВ, называют *начальным импульсом*, а процесс возбуждения взрыва ВВ при помощи начального импульса называют *инициированием заряда*.

Величина начального импульса различна не только для разных ВВ, но и для одного и того же ВВ при его различном физическом состоянии. Она зависит от чувствительности взрывчатого вещества к внешним воздействиям.

Для возбуждения взрыва заряда ВВ существуют три основных вида начального импульса: *тепловая энергия* – нагревание накаливаемым телом, искрой или пламенем; *механическая энергия* – удар, трение; *энергия взрыва*

другого ВВ – заряда или детонатора. Практически при взрывных работах в качестве начального импульса используется энергия взрыва капсуля-детонатора (КД), электродетонатора (ЭД) или детонирующего шнура. В свою очередь, взрыв КД происходит от искры огнепроводного шнура, ЭД - от электровоспламенителя, т.е. применяется тепловая энергия.

Чувствительность и стойкость взрывчатых веществ. Чувствительностью взрывчатого вещества называют степень восприимчивости ВВ к начальному импульсу, или способность ВВ взрываться от начального импульса определенной величины. Знание чувствительности промышленных ВВ к различным воздействиям очень важно при практическом их применении на взрывных работах, так как слишком высокая чувствительность ВВ создает реальную опасность при обращении с ними, а слишком низкая чувствительность требует мощного начального импульса. Чувствительность ВВ зависит от его химического состава, физического состояния, внешней температуры, условий работы.

Стойкостью взрывчатого вещества называется способность ВВ сохранять свои первоначальные химические и физические свойства в течение определенного периода хранения. Различают химическую и физическую стойкость [26].

Химической стойкостью ВВ называется его способность не изменять взрывчатых свойств в течение определенного периода времени. Она зависит от природы ВВ, их чистоты, плотности и внешних условий. Взрывчатые вещества, обладающие недостаточной химической стойкостью, начинают быстро разлагаться, что может привести к преждевременному взрыву, так как в результате разложения ВВ чувствительность его к каким-либо внешним воздействиям резко повышается.

Физической стойкостью ВВ называют способность взрывчатого вещества сохранять свои физические свойства и структуру в течение определенного периода времени. Она характеризуется рядом физических свойств ВВ (гигроскопичность, слеживаемость, старение и др.).

Для повышения химической и физической стойкости ВВ, для уменьшения чувствительности ВВ к механическим воздействиям и повышения чувствительности к начальному импульсу в состав взрывчатых веществ вводят различные добавки:

- сенсibilизаторы – вещества, вводимые в состав ВВ для повышения его чувствительности к восприятию и передаче детонации. Это, как правило, ВВ более чувствительные к инициатору (тротил, гексоген, нитроглицерин, тэн и т. п.). Роль сенсibilизатора могут выполнять и невзрывчатые вещества: соляровое масло, древесная мука, уголь;
- стабилизаторы – вещества, которые вводятся в состав ВВ для повышения их химической или физической стойкости, сода, мел;
- флегматизаторы – вещества, снижающие чувствительность ВВ к механическим воздействиям и обеспечивающие безопасное условие его применения. К ним относят вазелин, парафин, масла, тальк.

3.3.2 Действие взрыва в среде и основы расчета зарядов

Понятие о заряде ВВ. Зарядом называется определенное количество взрывчатого вещества, подготовленное к взрыванию. Расположение и конструкция заряда ВВ определяются поставленной целью и условиями взрывания. В карьерах для рыхления горных пород заряды располагают в шпурах или скважинах. При подготовке заряда учитывают его массу, объем, пространственное положение. По своему расположению относительно взрывающей среды заряды делятся на внутренние и наружные.

Внутренние заряды располагаются непосредственно во взрывающей среде. К ним относят заряды, расположенные в шпурах, скважинах, котлах и других взрывных выработках. Достоинством внутренних зарядов является сравнительно высокий коэффициент использования энергии взрыва, возможность выполнения различных работ практически в любых масштабах, возможность лучшего управления взрывом. Недостатком таких зарядов являются значительный объем работ по бурению и проходке взрывных выработок, сложность и опасность ликвидации отказавших зарядов.

Наружные заряды располагаются на поверхности взрывающей среды. Для их размещения нет необходимости во взрывных выработках, надо ликвидировать отказ. Недостатки наружных зарядов - низкий коэффициент использования энергии взрыва и ограниченность применения по условиям взрывания и массе зарядов [26].

Для выполнения специальных видов работ (при штамповке металлов, при ведении сейсморазведочных работ) применяют подвесные заряды, располагаемые на некотором расстоянии от поверхности среды, на которую направлено действие взрыва.

Внутренние заряды делятся по форме на сосредоточенные и удлиненные. По конструкции удлиненные заряды бывают сплошные и рассредоточенные (прерывистые).

Сосредоточенный заряд имеет соотношение между наибольшим продольным и наименьшим поперечным размерами не более чем 5:1. К недостаткам таких зарядов можно отнести повышенный выход негабарита, переизмельчение породы в ближней зоне действия заряда и дальность разлета кусков породы.

Удлиненный заряд имеет соотношение между наибольшим и наименьшим поперечными размерами более чем 5:1, например, стандартный 200-граммовый патрон ВВ диаметром 36 мм.

В сплошном заряде масса ВВ располагается в шпуре или скважине без деления на отдельные части. Сплошной заряд может состоять из порошкообразных и патронированных ВВ.

В рассредоточенном (прерывистом) заряде масса ВВ располагается в шпуре или скважине в виде отдельных частей, разделенных промежутками из воздушной или инертной среды. Эти промежутки могут заполняться песком, глиной, буровой мелочью (инертный промежуток) или пустотелыми деревянными катушками (воздушный промежуток). При использовании рассредоточенных зарядов улучшается равномерность дробления породы,

снижается выход негабарита. Недостаток - сложность процесса заряжания и использования средств механизации при заряжании и забойке скважин.

Сплошной или прерывистый заряд, состоящий из разных ВВ, является комбинированным. Сплошные или прерывистые колонковые заряды, диаметр которых в 2 - 5 раз меньше диаметра скважины, расположенные в ряду в плоскости откоса проходимой выработки, называются *контурными*.

Заряды могут быть простой и фигурной формы [10].

Действие взрыва заряда на окружающую среду. При взрывном превращении ВВ в газообразные продукты взрыва материал среды, окружающий заряд, испытывает тепловое и ударное воздействие, а также давление газов взрыва. Энергия удара и давления, зависящая от свойств ВВ, величины заряда и положения в среде, вызывает оттеснение и уплотнение некоторой ее части, пластические деформации, разрушение и перемещение материала среды, а также колебания в обширной зоне, прилегающей к среде.

Если заряд небольшой массы помещен во взрываемую среду на значительную глубину, то действие взрыва такого заряда может ограничиться внутренней зоной среды и на поверхности последней не проявится. Заряд, вызывающий такое действие, называется *зарядом внутреннего действия*, или *зарядом камуфлета*. При взрыве заряда камуфлета в твердой среде различают три зоны действия взрыва:

- зона измельчения и сжатия находится непосредственно вблизи заряда. В этой зоне среда испытывает максимальное разрушающее действие взрыва и зависит от величины заряда и мощности ВВ;

- зона разрушения - в этой зоне порода подвергается сильному воздействию ударных взрывных волн, поля напряжения и продуктов детонации. Порода разрушается на куски различной крупности. Заканчивается зона разрушения образованием системы трещин;

- зона колебаний (зона сейсмического действия взрыва) - в этой зоне на породу действуют сейсмовзрывные волны, а видимого нарушения среды нет. Радиус зоны сейсмического действия взрыва в зависимости от массы заряда составляет несколько сотен или тысяч метров [13].

Если заряд помещен в среду неглубоко, так что сфера разрушения проявляется на поверхности, то его называют *зарядом наружного действия*.

В зависимости от глубины помещения заряда в среду может происходить вспучивание материала среды в верхней части или образование воронки разного раскрытия.

Воронкой взрыва называют конусообразную или призматическую зону разрушения твердой среды, ограниченную поверхностью отрыва среды. При взрыве сосредоточенного заряда образуется конусообразная воронка взрыва, при взрыве удлиненного заряда - призматическая.

Раскрытие воронки взрыва характеризуется величиной ее радиуса r и линией наименьшего сопротивления (ЛНС) - кратчайшее расстояние от заряда до поверхности среды W . Отношение $\frac{r}{W}$ характеризующее относительную величину раствора воронки, называют *показателем действия*

взрыва n .

Воронку, у которой радиус r равен W , называют воронкой нормального выброса, а заряд, производящий такое действие, зарядом нормального выброса.

Для заряда нормального выброса $n=1$.

Воронку, у которой $\frac{r}{W} > 1$, называют воронкой усиленного выброса, а заряд - зарядом усиленного выброса. Обычно $n=1,5 - 3,5$.

Воронку, у которой $\frac{r}{W} < 1$, называют воронкой уменьшенного выброса, а заряд - зарядом уменьшенного выброса. Для заряда уменьшенного выброса $n=0,7 - 0,99$.

При $n \leq 0,7$ видимая воронка на уровне поверхности земли не образуется, а в зоне действия заряда в объеме воронки взрыва происходит рыхление породы. В зависимости от соотношения параметров воронки взрыва различают заряды нормального и усиленного рыхления. Для заряда нормального рыхления $n=0,33 - 0,4$, для заряда усиленного рыхления $n=0,4 - 0,7$ [27].

Объем воронки нормального выброса, представляющий конус с высотой W , равной радиусу основания r ,

$$V = \frac{1}{3} W \pi r^2 = W r^2 W^3 \quad (3.6)$$

Масса заряда нормального выброса

$$Q = K_n W^3 \quad (3.7)$$

где K_n – расчетный расход ВВ, кг/м³, или показатель взрываемости породы.

Эта формула является основной при взрывных расчетах.

3.4 Производственные предприятия дорожного строительства

3.4.1 Назначение и размещение производственных предприятий

Производственные предприятия, составляющие производственную базу, создают для обеспечения дорожного строительства материалами, полуфабрикатами, готовыми изделиями и деталями сборных конструкций. К ним относят карьеры для добычи и переработки каменных материалов, камнедробильные заводы (КДЗ), битумные базы, асфальтобетонные (АБЗ) и цементобетонные (ЦБЗ) заводы, щебеночные заводы, установки по приготовлению битумных эмульсий, базы и полигоны для изготовления железобетонных конструкций и деталей и т. д.

Создание производственных предприятий сопряжено с большими капитальными затратами, объем которых зависит от линейных условий и мощности предприятий. Затраты на перевозку продукции автомобилями к местам ее потребления составляют до 25-35% сметной стоимости строительства. Поэтому очень важно правильно произвести размещение

предприятий. При сравнении различных вариантов их расположения учитывают следующие условия: возможность и дальность транспортирования сырьевых материалов и готовой продукции (состояние и характеристика дорог); обеспеченность электроэнергией, паром, топливом, водой; наличие площадки необходимого размера и подъездных путей к ней. Участок для строительства предприятия выбирают так, чтобы затраты на его освоение были сведены к минимуму [24].

Все производственные предприятия разделяют на *добывающие* и *перерабатывающие*. К добывающим относят карьеры дорожно-строительных материалов (камня, гравия, песка) и лесосеки. В свою очередь карьеры по своему назначению, объемам и срокам работ разделяют на *притрассовые* и *промышленные*.

Притрассовые карьеры разрабатывают дорожно-строительные организации, и их продукция идет на собственные нужды. Сроки разработки и объем добываемой продукции составляет 50-100 тыс. м³ в год. В связи с коротким сроком эксплуатации притрассовых карьеров для их разработки применяют главным образом самоходные и передвижные машины и установки.

Промышленные карьеры отличаются большими объемами добываемой продукции – 100 - 200 тыс. м³ в год. Срок действия таких карьеров составляет 10-15 лет. Они располагают мощным стационарным оборудованием как для разработки, так и для переработки добываемых материалов. Обычно стоимость их продукции ниже стоимости продукции притрассовых карьеров. Вместе с этим удаленность от объектов строительства приводит к значительной стоимости транспортирования и стоимости продукции франко-объекта [26].

К *перерабатывающим производственным предприятиям* относят АБЗ, ЦБЗ, установки (базы) по приготовлению битумных смесей, базы органических вяжущих материалов, заводы по изготовлению бетонных и железобетонных деталей и конструкций, щебеночные заводы, лесоперерабатывающие базы.

В зависимости от места расположения этих предприятий различают *прирельсовые*, *притрассовые* и *прикарьерные* заводы или базы.

Прирельсовые заводы располагают вблизи от станций железной дороги. Такое расположение выгодно при получении по железной дороге всех или значительной части материалов: щебня, гравия, песка, цемента, битума и т. д.

Организация производственных предприятий, размещенных на водных путях, имеет много общего с организацией прирельсовых предприятий. Разгрузочные рельсовые пути заменяются причалами, оборудованными необходимыми средствами механизации для разгрузки прибывающих барж с сырьевыми материалами. Наиболее существенное отличие от прирельсовых предприятий состоит в сезонной поставке сырьевых материалов в связи с прекращением навигации в зимний период.

Притрассовые заводы (базы) располагают близко к строящейся дороге. Материалы на эти предприятия доставляют автотранспортом

непосредственно из карьеров или баз.

Прикарьерными называют заводы (базы), расположенные вблизи карьеров местных дорожно-строительных материалов. Сырьевые материалы доставляют с мест их добычи или предварительной переработки. Короткие расстояния доставки карьерных материалов определяют вид транспорта: конвейеры, пневмотранспорт, подвесные канатные дороги и т. д.

По типу основного оборудования, конструкции сооружений, возможности быстрой дислокации с места на новое место заводы и базы разделяют на *стационарные, полустационарные и передвижные*.

Стационарные заводы (базы) имеют мощное оборудование, которое располагается на фундаментах в зданиях капитального типа. Они являются длительно действующими предприятиями. Полустационарные предприятия имеют большую часть оборудования инвентарного типа, допускающего неоднократный монтаж и демонтаж. Их используют на одном месте как короткое, так и длительное время.

Передвижные предприятия специально приспособлены для частых перемещений с целью сокращения расстояния транспортирования сырьевых материалов и готовой продукции [26].

3.4.2 Переработка каменных материалов

Дробление каменных материалов. Дроблением называется механический процесс, при котором крупные куски рядового камня - сырца, поступающего из карьера, разрушаются под воздействием внешних сил на более мелкие зерна. Различают четыре основных способа дробления: раздавливанием (сжатием), раскалыванием, истиранием и ударом.

Для дробления каменных материалов применяют специальные машины камнедробилки, в которых сочетаются различные комбинации способов дробления.

При поступлении на дробление горная порода содержит куски различного размера. Для характеристики процесса дробления пользуются показателем степенью измельчения i , т.е. отношением среднего (наибольшего) размера кусков породы питания дробилки D к среднему (наименьшему) размеру дробленых кусков породы d :

$$i = \frac{D}{d} \quad (3.8)$$

Предельная степень измельчения отношение размеров отверстия сита грохота, через которые прошли все куски исходного продукта, к размеру ячейки сита, через которые прошли все куски продукта дробления.

Горная порода, которая поступает на дробление, называется *исходным продуктом*. Горная порода (материал), полученная после измельчения ее дробилкой, называется *продуктом дробления*.

Различают следующие основные виды дробления:

- крупное - при $D = 1300 - 300$ и $d = 300 - 100$ мм;

- среднее при $D = 300 - 100$ и $d = 100 - 10$ мм;
- мелкое при $D = 100 - 10$ и $d = 10 - 5$ мм.

Самое тонкое дробление называется *помолом*.

Дробилки, применяемые для дробления каменного материала, по своим конструктивным и механическим признакам, а также по используемому принципу дробления делятся на четыре основные группы: *щековые* (челюстные), *конусные* (гирационные), *валковые* и *ударные* (молотковые).

Стадией дробления называется одна ступень измельчения (до определенных размеров) на одной или нескольких параллельно устанавливаемых камнедробилках. Первоначальное дробление исходной горной массы, поступающей из карьера, называется первой стадией дробления. Последующие стадии дробления составляют вторую и третью стадии, или вторичное и третичное дробление [26].

В зависимости от стадии дробления каменных материалов применяются камнедробилки различных конструкций. На первичной стадии дробления в карьерах дорожно-строительных материалов применяют щековые (челюстные) камнедробилки. В щековых дробилках порода раздробляется между неподвижной и качающейся щеками, подвергаясь значительным сжимающим усилиям. Щековые дробилки конструктивно различаются по двум основным признакам: по характеру движения подвижной щеки (простое и сложное качание) и по расположению оси подвеса подвижной щеки (верхнее или нижнее). Подвижная и неподвижная щеки, выполняющие основную работу по дроблению, футеруются дробящими плитами из марганцовистой стали, которые по мере износа заменяются новыми [10].

Для среднего дробления в карьерах дорожно-строительных материалов в основном применяют конусные дробилки для до драбливания после щековых дробилок (рисунок 3.6). В конусных дробилках дробление материала происходит между двумя коническими поверхностями, одна из которых неподвижная и представляет собой корпус дробилки, а другая подвижная. Она называется *дробящим конусом* и вращается внутри первой. Ось вращения подвижного дробящего конуса в нижней части эксцентрична по отношению к оси неподвижного конуса. Дробление каменного материала в дробилках этого типа происходит непрерывно. При сближении поверхностей конусов материал раздавливается, при расхождении он выгружается. Разгрузочная щель конусной дробилки регулируется подъемом и опусканием конуса. Конусы футеруются стальными плитами.

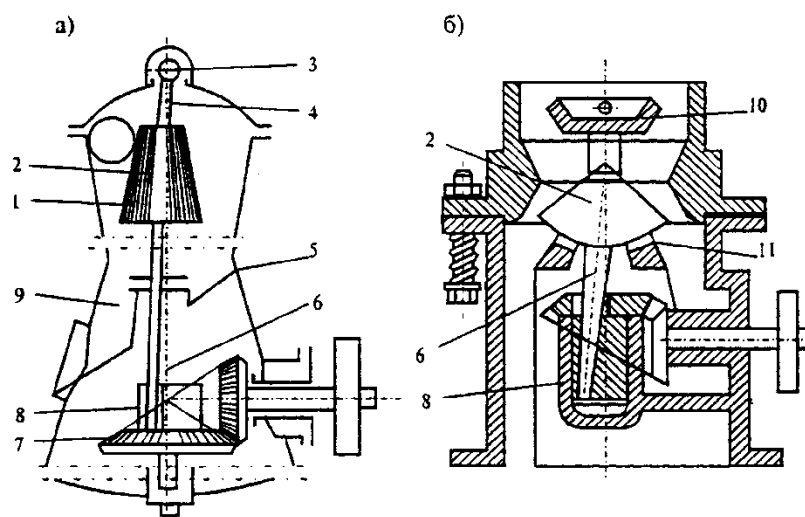


Рисунок 3.6 – Конусные дробилки

а – с крутым конусом; б – с пологим конусом; 1 – внешний неподвижный конус; 2 – внутренний подвижный конус; 3 – шаровая пята; 4 – траверса; 5 – наклонный желоб; 6 – ось; 7 – коническая передача; 8 – эксцентриковый стакан; 9 – станина; 10 – питатель; 11 – шаровой подпятник

Для мелкого дробления применяются валковые дробилки, которые основаны на раздавливании материала, попадающего между двумя вращающимися валками. Валки могут быть гладкими, зубчатыми или рифлеными. Валки вращаются в разные стороны, и материал дробится, проходя через узкую щель между ними. Щель между валками может регулироваться, и в зависимости от этого регулируется крупность дробимого материала [11].

Молотковые дробилки состоят из вращающегося на горизонтальной оси ротора с прикрепленными к нему молотками, которые измельчают поступающие сверху куски породы. После измельчения порода проходит через колосниковую решетку. Изменяя зазор между колосниками, можно регулировать крупность материала.

Таблица 3.1 – Техническая характеристика конусных дробилок для получения кубовидного щебня

Производитель, страна	Индекс	Производительность, м ³ /ч	Мощность привода, кВт	Размер исходного материала, мм	Размер выходного щебня, мм	Масса, кг
Metso Minerals (Nordberg), Финляндия	HP-100	30-90	90	20-125	6-15	5400

Продолжение таблицы 3.1

	HP-200	60-110	132	70-170	6-15	10400
	HP-300	70-150	220	100-220	6-15	15800
Alta, Чехия	HEC 7	20-70	55-90	35-65	6-15	4300
	HEC 9	50-100	110-132	65-80	6-15	8200
	KDH 750	20-80	55-90	32-60	6-15	4100
	KDH 900	21-80	75-132	40-75	6-15	11100
Parker, Великобритания	900 CONE	55-105	75-90	30-95	6-15	9000
	1200 CONE	90-145	110-150	55-90	6-15	17000
	1350 CONE	100-165	150-200	55-95	8-15	21500
Metso Minerals	H-	20-90	90	18-90	4-16	5300
(«Swedala»), Швеция	2000					
	H-3000	45-155	150	36-90	4-16	9200
	H-4000	75-200	220	35-105	4-16	14300

Валковые дробилки (рисунок 3.7) служат для измельчения мягких пород, а также для вторичного дробления каменных материалов средней и большой твердости. Производительность их колеблется от 10 до 100 м³/ч. Отечественная промышленность выпускает валковые дробилки с гладкими и рельефными валками диаметром 400-1500 мм и длиной, составляющей 40-100% их диаметра. Техническая характеристика валковых дробилок приведена в таблице 3.2.

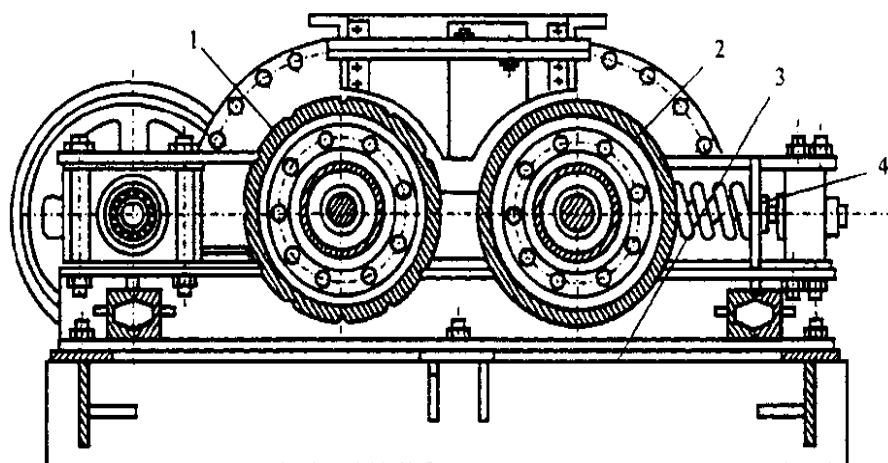


Рисунок 3.7 – Валковая камнедробилка
1 – рама; 2 – ведущий валок; 3 – ведомый валок; 4 – пружина.

Таблица 3.2 – Техническая характеристика валковых дробилок

№ п/п	Показатели	Дробилки	
		СМ-12Б	СМ-191
1	Производительность, м ³ /ч	27	14
2	Размер валков, мм:		
	длина	400	250
	диаметр	610	400
3	Мощность двигателя, кВт	20	7
4	Габаритные размеры, мм:		
	длина	2230	2040
	ширина	1640	885
	высота	810	740
5	Масса, кг	3300	1070

Молотковые и роторные дробилки относятся к дробилкам ударного действия. В молотковых дробилках камень измельчается силой ударов, нанесенных молотками. Молотковая дробилка (рисунок 3.8) состоит из ротора, к дискам которого шарнирно на эксцентриковых пальцах прикреплены молотки. Они служат для дробления известняков и хрупких каменных материалов с прочностью на сжатие до 150 МПа. Производительность дробилок 3-400 м³/ч. Дробилки изготовляют с загрузочным отверстием шириной до 1400 мм, что позволяет загружать камни крупностью до 1100 мм [26].

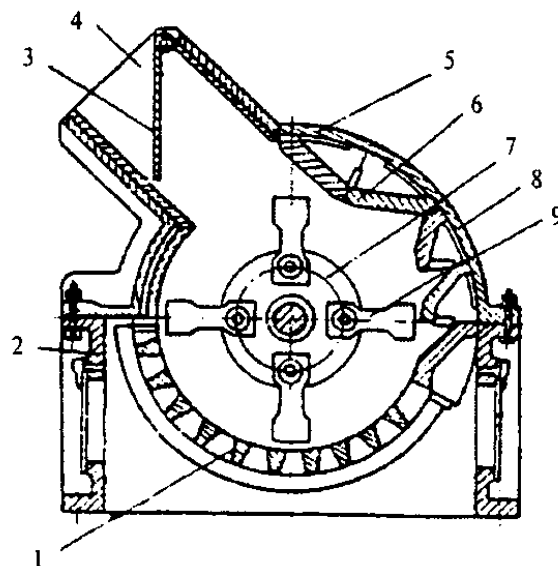


Рисунок 3.8 – Молотковая камнедробилка

1 – колосниковая решетка; 2 – станина; 3 – шторка; 4 – загрузочное отверстие; 5 – крышка; 6 – отбойные (броневые) плиты; 7 – ротор; 8 – корпус; 9 – молотки

В роторных дробилках материал разрушается за счет кинетической энергии жестко закрепленных на роторе движущихся тел. Их производительность определяется параметрами ротора: диаметром, длиной, частотой вращения. Промышленность выпускает одно - и двухроторные дробилки. В двухроторных дробилках первый ротор имеет два молотка, предназначенных для первичного дробления, а второй с четырьмя молотками обеспечивает окончательное измельчение материала. Привод каждого ротора дробилки от отдельного электродвигателя. Производительность двухроторных дробилок выше, чем однороторных в 1,5 раза и достигает 600 м³/ч. Техническая характеристика роторных дробилок отечественного и зарубежного производства приведена в таблице 3.3.

Для помола каменных материалов и получения из них минерального порошка используют шаровые (стержневые) мельницы. Измельчение материала обеспечивается истиранием, раздавливанием и частично ударами металлических шаров (стержней), загружаемых вместе с измельчаемым материалом внутрь вращающегося барабана [26].

Таблица 3.3 – Техническая характеристика роторных дробилок

Производитель, страна	Модель	Наибольший размер загружаемого материала, мм	Производительность, т/час	Установленная мощность, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
Westfalia&Braun, Германия	PB 1010	H/9	80-150	110	н/д	11000
	PB 1012	H/9	100-180	132	н/д	12000
	PB 1313	H/9	200-300	200	н/д	20000
Eagle, США	500-04	600	150	170	н/д	23000
	1200-25	H/g	300	220	н/д	29484
Nordberg, Финляндия	B-5100	32	12,5-60	55	2200×1134×2785	3550
	B-6100	43	27-135	110	2900×1600×3617	6160
	B-8100	60	72-375	220	5260×1704×4164	15400
	B-9100	66	125-750	440	5260×1704×4259	17150
Komatsu, Япония	BR100R	300	12-25	40	5850×2200×2320	8100
	BR200R	500	40-60	92	8380×2830×3852	22400
Krupp Forder Technic, Германия	S3C100	600	60-100	210	10700×3980×3000	32000
	R3C125	800	130-200	330	13980×4000×3000	52000
	K3C150	800	180-250	H/g	н/д	54100

Производительность дробления.

Производительность камнедробильных агрегатов и расход мощности на дробление зависят в основном от прочности дробильного камня, которая измеряется величиной разрушающих усилий. Кроме того, на производительность процесса дробления влияют многие факторы, которые не могут быть полностью учтены в математических формулах.

Факторы, влияющие на производительность дробилок, можно разделить на две группы: факторы, которые не могут изменяться в процессе эксплуатации дробилок, и факторы, зависящие от условий эксплуатации.

К факторам первой группы следует отнести размеры рабочих органов дробилок (щеки, конусы, роторы, валки), физико-механические свойства дробимых пород (твёрдость, структуру, плотность), характер движения рабочих органов и пр.

К факторам второй группы относятся, в частности, размер дробимого камня, состояние рабочих органов дробилки, частота движений рабочих органов. Решающим фактором при этом для щековых, конусных и валковых дробилок является ширина разгрузочной щели, а для молотковых дробилок – ширина щелей колосниковых решеток [13].

Изменение ширины разгрузочной щели влияет на производительность и степень измельчения. Так, с увеличением разгрузочной щели производительность дробилки увеличивается, а степень измельчения уменьшается, снижается выход мелких фракций.

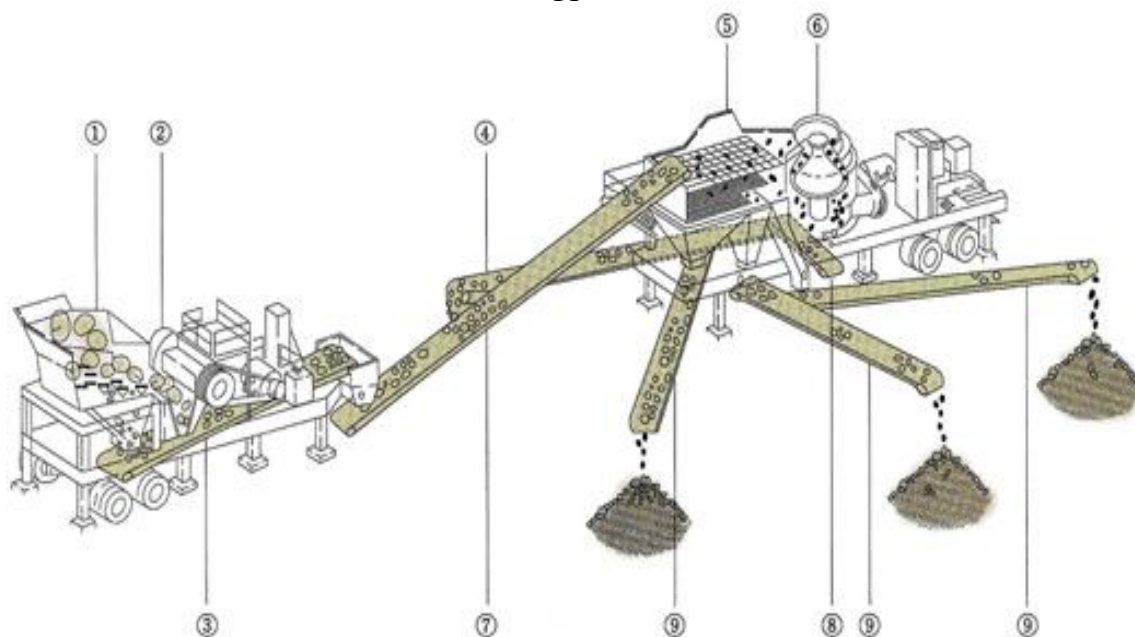


Рисунок 3.9 – Мобильный дробильно-сортировочный комплекс
Первичная стадия: 1 – колосниковый вибропитатель, 2 – щековая дробилка, 3 – ленточный питатель. Вторичная стадия: 4 – промежуточный конвейер, 5 – виброгрохот, 6 – конусная дробилка, 7 – возвратный ленточный конвейер, 8 – возвратный ленточный конвейер, 9 – ленточный конвейер штабелирования готового продукта

Сортировка каменных материалов. Сортировкой материалов называется процесс разделения их по размерам, форме и прочности. Сортировка является одним из важнейших элементов обогащения каменных материалов.

В зависимости от назначения сортировка может носить предварительный, предохранительный, промежуточный и окончательный характер.

Предварительная сортировка применяется для: обогащения рядовой горной массы путем отбора мягких пород, а также пород, средней крепости, имеющих загрязняющие примеси; удаления в забое мелких фракций (песка); увеличения содержания каменных материалов в рядовой горной массе; выделения из материала, направляемого в дробилку, кусков меньших по величине, чем ширина разгрузочного отверстия дробилки.

Предохранительная сортировка применяется для того, чтобы выделить из материала, поступающего на дробление, крупные, негабаритные куски породы, на которые не рассчитаны загрузочные устройства дробилок.

Разделительная (промежуточная) сортировка применяется для разделения перерабатываемого материала по размерам и прочности, для отделения глинистых и пылеватых частиц, а также для отделения слабых частиц. Этот вид сортировки является основным, который применяется как в стационарных, так и в притрассовых карьерах дорожно-строительных материалов [26].

Окончательная сортировка применяется для окончательной очистки готовой продукции (щебня и гравия) перед погрузкой.

Сортировка каменных материалов производится в основном на грохотах, которые могут быть объединены в две основные группы *неподвижные* и *подвижные*.

Просеивающая поверхность грохота может представлять собой колосниковые решетки, решета из листовой стали с штампованными отверстиями различной формы, а также проволочные плетеные сита с прямоугольными и квадратными ячейками.

На неподвижных грохотах сортируемая горная масса может двигаться под действием силы тяжести. В этом случае грохоту придают уклон, превышающий угол трения материала. Обычно неподвижные грохоты устанавливают под углом 30 - 50°. Неподвижные грохоты наиболее просты и дешевы. Их изготавливают из колосников различного сечения. Минимальная ширина неподвижного колосникового грохота должна быть в 3 раза больше самого крупного куска материала, поступающего на грохот. Длина грохота должна быть в 1,5-2 раза больше его ширины. Во избежание заклинивания камня колосники располагаются веером, т.е. расходятся к низу. Такое расположение дает возможность прохождению пластинчатых лещадных кусков и исключает заклинивание камней между колосниками [10].

На подвижных грохотах движение материала происходит не только под влиянием силы тяжести, но и под влиянием сил инерции. Подвижные грохоты устанавливают под разными углами (от 0 до 20) градусов.

По форме просеивающей поверхности подвижные грохоты

подразделяются на *плоские, цилиндрические, конические* и *валковые*. Для сортировки каменных материалов в основном применяют плоские (гирационные и вибрационные) и цилиндрические грохоты.

Наибольшее распространение в карьерах дорожно-строительных материалов получили качающиеся (гирационные) и вибрационные грохоты. Из качающихся грохотов наиболее прост гирационный (кривошипный) грохот с круговыми качаниями (гирациями) в вертикальной плоскости. Одновальный качающийся грохот (рисунок 3.10) имеет эксцентриковый вал, который сообщает жестко соединенному с ним кузову вынужденное движение по окружности. Преимущество такого грохота - большая производительность, надежность в работе благодаря равномерному движению массы грохота, высокое качество сортировки. Недостатки - необходимость надзора за подшипниками и натяжными устройствами.

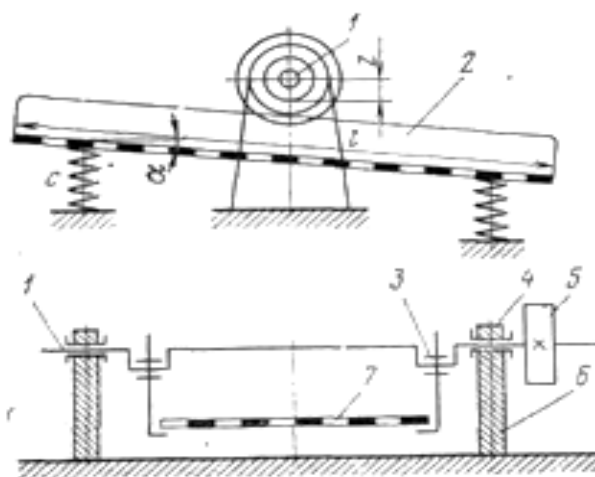


Рисунок 3.10 – Одновальный гирационный грохот

1 – вал, 2 – грохот, 3 - подшипники эксцентрика, 4 –коренные подшипники, 5 – маховик, 6- станина, 7 – сита, с – пружинные опоры кузова, α – угол наклона кузова, L – длина сита, z – эксцентриситет вала

Гирационные грохоты монтируют на металлических рамах или подвешивают к балкам. Грохоты такого типа применяют при всех видах грохочения.

Вибрационный (инерционный) грохот (рисунок 3.11) состоит из подвижного корпуса и несущего сита, которое связано пружинами с неподвижной рамой грохота. Пружины применяют в качестве амортизатора. Вибрационные грохоты подвешивают на стальных тросах с пружинами, при этом легко изменять угол наклона подтягиванием тросов. Грохоты этого типа целесообразно использовать для мелкого и среднего грохочения [26].

Цилиндрические барабанные грохоты состоят из концентрических барабанов. Размер отверстий на внешнем барабане меньше, чем на внутреннем барабане. Барабанные грохоты устанавливают таким образом, чтобы геометрическая ось имела уклон в сторону движения материала. В

коническом барабанном грохоте барабаны устроены в виде конусов, расширяющихся в направлении движения материала. Барабанные грохоты применяют в основном при необходимости мойки щебня или гравия.

По сравнению с барабанными грохотами плоские подвижные грохоты имеют следующие преимущества: полное использование просеивающей поверхности; выше коэффициент грохочения; меньше металлоемкость; меньше мощность двигателей и расход электроэнергии на единицу сортируемого материала; легче по массе и меньше по размеру.

При грохочении часть материала проходит через отверстия грохота и называется *нижним продуктом* (подрешетный продукт, нижний класс). Материал, не прошедший через сито, называется *верхним продуктом* (надрешетный продукт, верхний класс).

Основным показателем, который характеризует качество грохочения (сортировки), является точность (эффективность) грохочения, определяемая отношением массы нижнего продукта, фактически полученного при грохочении, к массе такого же по крупности класса, содержащегося в исходном поступающем на грохот материале [26].

На точность (эффективность) грохочения влияют следующие факторы: скорость движения материала по поверхности грохота; толщина слоя материала на поверхности грохота; влажность прогрохачиваемого материала, наличие в материале комкующихся примесей, что отрицательно сказывается при грохочении песчано - гравийных смесей; гранулометрический состав сортируемого материала; форма зерен и ячеек сита; состояние грохота.

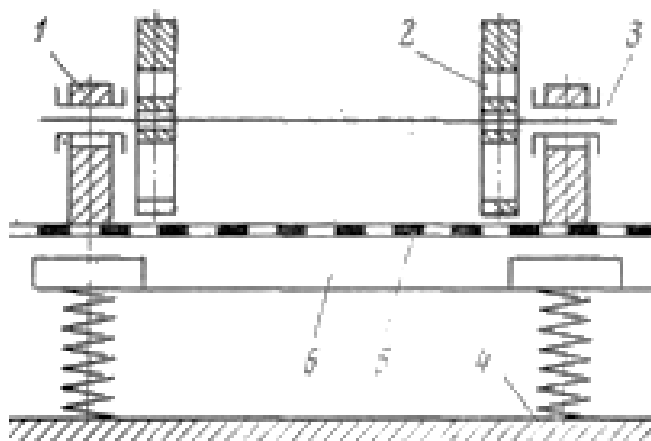


Рисунок 3.11 – Инерционный грохот с простым дебалансом
1 – подшипник, 2 – диск дебаланса, 3 – прямой вал, 4 – станина,
5 – сито, 6 – кузов.

Мокрое грохочение. Сущность мокрого грохочения каменных материалов состоит в том, что одновременно с сортировкой материалов производится их очистка от загрязняющих примесей. Простейший вид мокрого грохочения орошение каменного материала струями воды во время

его продвижения по поверхности грохота.

Схема мокрого обогащения состоит в следующем. Вода подается насосами в расходный резервуар, из которого также насосом через брызгала поступает на просеивающую поверхность грохота для промывки щебня или гравия. Шлам (отходы) самотеком по лоткам поступает в искусственные бассейны, где вода отстаивается и вновь используется для промывки.

Расход воды при такой схеме мокрого грохочения составляет 2 - 3 м³ на 1 м³ щебня.

В отдельных случаях при сильно загрязненных материалах и среднеотделяемых загрязняющих примесях, а также при необходимости грохочения на мелкие фракции (менее 5 мм) применяют более совершенную схему. Между транспортером, подающим материал, и грохотом устанавливается наклонный металлический лоток с бортами. В верхней части лотка устанавливаются брызгала в виде дугообразной трубы, в которой сделаны отверстия для спуска воды. Эти отверстия устроены под углом к потоку щебня, чтобы струи воды размывали поступающий материал. Такого же вида брызгала установлены над грохотом.

Материал, поступаая на лоток, встречает сильную струю воды, распадается и представляет собой уже разжиженную массу. При этом сцементированные скопления размываются и масса, разжиженная водой, поступает на грохоты. Часть мелких загрязняющих примесей уходит через сита в шлам. При дальнейшем движении по грохоту материал промывается водой из второго брызгала [26].

Трудноотделимые загрязняющие примеси отделяют от каменных материалов мойкой. Мойку обычно применяют при очистке сильно загрязненных материалов. В практике применяют следующие машины: цилиндрическая мойка - сортировка типа С - 213А для отмывки глины от щебня и гравия, а также для сортировки по крупности; гравиемочный барабан типа С - 387 для промывки гравия и щебня с большой степенью загрязненности; бутара типа С - 89 для промывки и сортировки гравийно-песчаной смеси; скруббер - бутара типа СБ - 1,3 для тех же целей, что и С - 89; корытные мойки 700×700 и 880×700 для промывки гравийно-песчаной массы.

Классификация и обогащение песков. Классификацией называется разделение минеральных частиц по крупности в зависимости от их скоростей падения в воде или в воздухе. Классификация может быть гидравлической (водной) или пневматической (воздушной).

Пневматическая классификация имеет ограниченное применение в нерудной промышленности.

Гидравлическая классификация является основным обогащательным процессом, используемым при фракционировании песка, отмывке глины и ила из песчаной массы, предварительном разделении песчано-гравийной массы для последующего обогащения, а в ряде случаев и обезвоживании песчаных пульп.

В карьерах дорожно-строительных материалов классификация

используется в основном при фракционировании песков и очистке песков от глинистых и загрязняющих частиц.

Процесс обогащения и классификации песков осуществляется в гидравлических классификаторах, которые делятся на две основные группы: гравитационные и центробежные. Гравитационные классификаторы с восходящим потоком воды бывают вертикального и горизонтального типа; без восходящего потока воды - механические классификаторы. Центробежные классификаторы с дополнительным притоком чистой воды и без него называются гидроциклонами и центрифугами.

Вертикальные классификаторы обладают более высокой точностью классификации, чем горизонтальные, занимают меньшую площадь и более просты в изготовлении.

Для обогащения и классификации песков в песчано-гравийных и каменных карьерах применяют камерные классификаторы с числом камер от четырех до восьми (С - 692, КГ - 50). Многокамерные классификаторы дают возможность разделить исходные материалы на ряд сравнительно узких классов [11].

Количество классов определяется числом камер, а также их потребностью.

Технологические схемы переработки каменных материалов. Технологические схемы переработки каменных материалов состоят из процессов дробления, сортировки и транспортирования материалов в процессе переработки.

Технологический процесс переработки каменных материалов должен обеспечить:

- выпуск заданного количества щебня и гравия необходимых фракций;
- отдельное складирование готовой продукции по фракциям;
- наименьшее количество перепадов материала в процессе переработки;
- наилучшее использование машин в процессе переработки;
- максимальное извлечение каменных материалов и их минимальные потери;
- возможность изменения и регулирования выхода различных фракций;
- максимальное сокращение дальности внутрицехового транспортирования материалов;
- возможность автоматизации процессов переработки.

Все технологические процессы переработки каменных материалов делятся на два цикла: *открытый* и *замкнутый*.

При открытом цикле весь перерабатываемый материал проходит по технологической цепи переработки только 1 раз и верхний продукт уходит в отходы. Такая схема переработки применяется крайне редко, так как она дает большие потери полезного ископаемого и вызывает удорожание готовой

продукции.

При замкнутом цикле весь продукт дробления проходит грохочение, а верхний продукт возвращается в дробилку на додрабливание. Часть материала дробления, которая возвращается на додрабливание, называется *циркуляционной нагрузкой*. Величина циркуляционной нагрузки зависит от объема исходного материала, технологической схемы переработки и применяемых соотношений разгрузочной щели дробилки от потребной фракции щебня.

При замкнутом цикле исключаются потери полезного ископаемого, и дробилки работают с нормальной шириной разгрузочной щели. При этом зерна крупнее заданного размера отсеваются на грохоте и возвращаются в дробилку, а затем на грохот.

Для щебеночных заводов и карьеров дорожно-строительных материалов характерны организация дробления и сортировка по замкнутому циклу после второй или третьей стадии дробления [10].

Число стадий дробления зависит от типа применяемых дробилок, степени измельчения, количества выпускаемых фракций и размера фракций. В карьерах дорожно-строительных материалов наибольшее распространение имеет двух – и трехстадийное дробление.

Правильный выбор оборудования и соответствие между оборудованием на различных стадиях технологического процесса чрезвычайно важны. При выборе оборудования и определении производительности необходимо учитывать две особенности технологического процесса переработки: необходимость избирательного дробления и целесообразность предварительного грохочения.

Избирательное дробление основано на том, что хрупкие и слабые породы измельчаются быстрее, чем прочные. Поэтому после отделения мелких частиц остается более крупный прочный материал, и постепенное отделение фракций на отдельных стадиях дробления обеспечивает получение более прочного щебня.

3.4.3 Асфальтобетонные заводы

Классификация заводов. Асфальтобетонный завод (АБЗ) – комплекс технологического, энергетического и вспомогательного оборудования, предназначенного для выполнения операций по приготовлению асфальтобетонных смесей (горячих, холодных и литых). Кроме того, на АБЗ выпускают щебень, обработанный битумом (черный щебень), и перерабатывают старый асфальтобетон [10].

По принципу работы технологического оборудования АБЗ и установки подразделяют на *циклические* и *непрерывные*. На АБЗ циклического действия используют установки периодического действия и порционные дозаторы для дозирования компонентов смеси. На заводах непрерывного действия операции дозирования, перемешивания и выдачи готовой смеси совмещены по времени.

По мощности асфальтосмесительных установок АБЗ разделяют на

следующие типы:

- малой - до 40 т/ч;
- средней - 50-100 т/ч;
- большой производительности – 150 - 350 т/ч;
- сверхмощные - 400 т/ч и более.

По компоновке технологического оборудования АБЗ и установки делят на *башенные* и *партерные*. Наибольшее распространение получили установки с башенным расположением агрегатов.

По степени инвентарности различают установки трех типов: *стационарные, сборно-разборные и мобильные*.

Важная задача при проектировании АБЗ – определить для него место на строящейся дороге. От правильного решения этой задачи зависит не только стоимость смеси, но и успех работы завода, сроки строительства дороги.

Место расположение завода зависит от потребности смеси, сроков строительства, рельефа местности, расположения баз и источников снабжения материалами для приготовления смеси, железнодорожных станций, возможности получения электроэнергии и воды, производственных или жилых объектов и т. д.

Решающим для размещения АБЗ является учет технологических особенностей асфальтобетонных горячих смесей - остывание в пути и соответственно время доставки от завода до объекта строительства.

Месторасположение АБЗ и его производительность должны обеспечить наиболее низкую стоимость асфальтобетонной смеси на месте ее укладки, непрерывность потока и запроектированный темп строительства [10].

Приготовление асфальтобетонных смесей складывается из следующих технологических операций: сушки и подогрева каменных материалов; сортировки их фракциями, дозирования минеральных и вяжущих материалов, перемешивания компонентов смеси и выдачи готовой смеси.

Для улучшения качества в асфальтобетонные смеси вводят поверхностно-активные вещества (ПАВ) и активаторы. В качестве ПАВ используют катионо-активные и анионоактивные вещества. К катионоактивным веществам относятся соли высших первичных, вторичных и третичных алифатических аминов, четырехзамещенные аммониевые основания; к анионоактивным - высшие карбоновые кислоты, соли (мыла) тяжелых и щелочноземельных металлов высших карбоновых кислот [27].

Применение ПАВ позволяет уменьшить температуру нагрева минеральных материалов и смесей; увеличить степень обволакивания битумом поверхности минеральных частиц; сократить время перемешивания; улучшить удобоукладываемость и уплотняемость смесей. ПАВ на АБЗ вводят в битум или прямо в смеситель при перемешивании асфальтобетонной смеси. Наибольший эффект получается при введении ПАВ в битумоплавильную установку.

Свойства и качества вводимых в асфальтобетонную смесь ПАВ

должны отвечать требованиям ГОСТ и другим соответствующим техническим условиям на ПАВ и активаторы.

Асфальтобетонную смесь на АБЗ готовят в установках циклического и непрерывного действия с гравитационным или принудительным смешением материалов. При возможности выбора в первую очередь применяют асфальтосмесительные установки циклического действия, затем - непрерывного с принудительным перемешиванием и в последнюю очередь - асфальтосмесительные установки непрерывного действия с гравитационным перемешиванием.

При приготовлении асфальтобетонной смеси в мешалке периодического действия обеспечиваются лучшие условия возможности регулирования времени перемешивания и получения смеси требуемого качества.

Сушка и нагрев каменных материалов должны обеспечить не только заданную температуру, но и полное удаление влаги. При применении ПАВ для приготовления горячих смесей допускается влажность минеральных материалов не более 1%; холодных - не более 3%.

Тепловой расчет барабана предусматривает также определение температуры горячих газов по длине барабана, часового расхода топлива, теплового КПД, объема дымовых газов и определение основных параметров барабана. Тепловой баланс сушильного барабана учитывает полезные затраты теплоты в трех зонах барабана, потери теплоты топкой, стенками барабана, с дымовыми газами, от неполноты сгорания топлива, а также другие неучтенные потери [17].

Автоматизация сушильного агрегата заключается в контроле и поддержании заданной температуры материала на выходе, а также в контроле за наличием пламени в форсунке. В качестве датчиков температуры применяют термопары, устанавливаемые в разгрузочном (осыпном) лотке сушильного барабана, или бесконтактные тепловые индикаторы-термисторы. Регулируют температуру с помощью электронного прибора, который при отклонении температуры материала от заданной воздействует на реверсивный магнитный пускатель вспомогательного двигателя, управляющего подачей топлива в форсунку.

Система автоматического контроля за наличием пламени в форсунке основана на применении фотоэлектрических датчиков. При угасании пламени сигнал от фотоэлемента усиливается и подается на вспомогательный двигатель, воздействующий на кран подачи топлива к форсунке. В современных асфальтосмесительных установках для дистанционного розжига топок применяют электрогазовый запал, работающий от электрического разрядника [10].

Для нагрева и обезвоживания битума применяют битумоплавильное оборудование непрерывного и периодического действия. В установках непрерывного действия с газовым или электрическим подогревом обезвоживание происходит в тонком слое. Установки периодического действия состоят из нескольких битумоплавильных котлов. В них вязкий

битум готовят по двухступенчатому циклу: в одних котлах битум нагревают до 110 - 120 °С и при необходимости выпаривают воду, потом перекачивают в другие расходные котлы и нагревают до рабочей температуры.

При необходимости введения ПАВ или разжижителя битум готовят по трехступенчатому циклу: после разогрева и выпаривания воды битум перекачивают в свободные котлы, где объединяют с ПАВ или разжижителями, а затем перекачивают в расходные котлы и нагревают до рабочей температуры.

Компоненты асфальтобетонной смеси дозируются по массе; исключение допускается для битума и добавок ПАВ, дозирование которых ведется по объему. Для предварительного дозирования минеральных материалов (до поступления в сушильный барабан) используют агрегаты питания.

Точность предварительного дозирования материалов $\pm 5\%$. При работе с очень влажными материалами вводят поправку на их влажность.

Точность дозирования компонентов асфальтобетонной смеси и исправность работы дозаторов ежемесячно контролирует представитель заводской лаборатории. Органами ведомственного контроля проверка работы и дозирочных устройств осуществляется каждые 3 месяца.

Особое внимание уделяется режимам перемешивания асфальтобетонной смеси в смесителях циклического и непрерывного действия.

Режим перемешивания минеральных материалов с битумом играет основную роль в процессе приготовления смеси. Тщательно перемешанная смесь характеризуется равномерным распределением всех ее компонентов и полным обволакиванием поверхности частиц битумом. Продолжительность перемешивания зависит от типа смесительной установки и видаготавливаемой смеси. Она колеблется от 20 до 180 с.

С увеличением времени перемешивания в 2 раза, по данным СоюзДорНИИ, показатели механической прочности асфальтобетона возрастают на 25-30%. Такой путь повышения качества смеси не лучший, так как обеспечение высокой производительности требует значительного увеличения мешалки. Более рациональным направлением является увеличение в 1,5 раза окружных скоростей лопаток [26].

Повысить качество смеси и производительность технологического процесса перемешивания можно интенсификацией процесса перемешивания, применением ПАВ, активаторов, совершенствованием способа введения вяжущих, а также активацией минеральных материалов. Интенсификация процесса перемешивания обеспечивает сокращение расхода вяжущих материалов и минерального порошка на 10 - 15%. Способ введения битума также оказывает существенное влияние на перемешивание и качество смеси.

Большой эффект достигается при увеличении давления при впрыскивании битума. Перемешивание материалов происходит в битумном тумане. Минеральные материалы равномерно и быстро обволакиваются при сокращении общего цикла времени их перемешивания.

В целях совершенствования технологии приготовления

асфальтобетонной смеси целесообразно широко применять активаторы - цемент, известь, сланцевую смолу и др. Введение этих материалов способствует созданию активной свежееобразованной поверхности, имеющей в начальный период большую энергию, что обуславливает высокую адгезию с вяжущими материалами [17].

Качество щебня оценивают по форме щебенки, зерновому составу, по содержанию пылевидных и глинистых частиц. Для контроля отбирают пробы из каждой фракции не реже одного раза в 5 дней и при поступлении новых партий щебня. По пробам определяют физико-механические свойства щебня или гравия: предел прочности на сжатие в водонасыщенном состоянии, потери при истирании в полочном барабане, степень морозостойкости.

При контроле качества песка определяют зерновой состав, модуль крупности, который должен быть не менее 2-2,5; содержание пыли и глины (количество глинистых и пылеватых частиц не должно превышать 3%). Для контроля отбирают пробы не реже одного раза в 3 дня и при поступлении новых партий песка.

Качество минерального порошка в каждой новой партии оценивают по показателям свойств, нормированных ГОСТом.

При текущем контроле (один раз в 3 - 5 дней) определяют *зерновой состав*, влажность минерального порошка, гидрофобность и однородность активированного порошка.

При текущем контроле качества битума определяют *глубину проникания иглы* при 25°C вязкого битума или вязкость жидкого битума (стандартным вискозиметром). Для этого отбирают пробы из каждого рабочего котла, а из битумоплавильных установок непрерывного действия - один раз в смену [13].

При приготовлении разжиженного битума на АБЗ проверяют правильность дозирования и последовательность загрузки в котел исходных материалов в соответствии с подобранным в лаборатории составом.

Контроль дозирования минеральных материалов и битума включает: проверку работы дозирующих приспособлений (не реже одного раза в месяц) и точности взвешивания минеральных материалов, битума, ПАВ и активаторов (два раза в месяц); определение содержания битума в асфальтобетонной смеси методом ускоренного экстрагирования (один раз в 3 - 4 смены, а также при изменении внешнего вида смеси); проверку зернового состава минеральной части асфальтобетонной смеси после экстрагирования битума.

Контроль температурного режима приготовления битума и асфальтобетонных смесей производится систематически через каждые 2-3 ч. Температуру битума следует контролировать с помощью *термопар*, а при отсутствии их - термометром в пробе битума, отобранной черпаком вместимостью 2 - 4л. В битумоплавильных установках непрерывного действия температуру битума проверяют по термометру, установленному в отсеке готового битума. Температуру асфальтобетонных смесей контролируют с помощью термометра непосредственно после выпуска смеси

из смесителя в кузове каждого автомобиля-самосвала.

В процессе приготовления асфальтобетонной смеси 2 - 3 раза в смену контролируют соблюдение установленного времени перемешивания минерального материала с битумом (если смесители не имеют управления).

Качество готовой асфальтобетонной смеси проверяют путем отбора одной-двух проб в смену для каждого вида смеси, из которых формуют образцы. Для каждого образца определяют плотность, водонасыщение, набухание, предел прочности при сжатии сухого образца.

Если показатели физико-механических свойств асфальтобетонной смеси систематически отличаются от показателей, полученных при подборе, проверяют свойства всех материалов, состав смеси и технологический процесс ее приготовления. Кроме того, однородность, цвет, равномерность распределения битума, удобоукладываемость при выгрузке, укладке и уплотнении асфальтобетонных смесей оценивают визуально по внешним признакам [26].

Асфальтосмесительные установки. Асфальтосмесительные установки – комплект основного технологического оборудования АБЗ, обеспечивающего выполнение основных операций технологического процесса приготовления асфальтобетонных и битумо-минеральных смесей. Асфальтосмесительные установки классифицируются по основным конструктивным и технологическим показателям: производительности, принципу действия смесителя, конструктивной компоновке основных агрегатов, мобильности.

Номинальную производительность асфальтосмесительных установок оценивают из условия приготовления песчаных или мелкозернистых смесей с расчетной влажностью каменных материалов 5 %. По производительности различают типоразмеры асфальтосмесительных установок: 12, 25, 32, 50, 100, 150, 200, 250, 400 т/ч.

По принципу действия смесителя асфальтосмесительные установки могут быть циклического и непрерывного действия. В установках циклического действия все подготовительные и вспомогательные операции, связанные с подачей каменных материалов, их просушиванием и нагревом, загрузкой в расходные бункеры и приготовлением битума, осуществляют непрерывно. Однако дозирование, подачу всех компонентов смеси, их перемешивание и разгрузку смесителя производят периодически в виде повторяющихся циклов. Установки такого типа получили наибольшее распространение, так как они позволяют точно выдерживать требуемый рецептурный состав смеси, быстро переходить на выпуск смеси любого рецептурного состава, изменять время перемешивания, получать высокое качество смеси. В установках непрерывного действия все технологические операции, за исключением выдачи готовой смеси из накопительного бункера, выполняют непрерывно. Для осуществления непрерывности процесса применяют смесители непрерывного действия, которые по сравнению с установками периодического действия имеют меньшую металло- и энергоемкость, однако их применение целесообразно в основном при

больших объемах работ и продолжительном выпуске смеси одного рецептурного состава [24].

По конструктивной компоновке основных агрегатов асфальтосмесительные установки разделяют на башенные и партерные. В установках башенного типа конструкция агрегатов выполнена в вертикальном направлении. Просушенные и нагретые в сушильном барабане компоненты смеси подаются на установку башенного типа, в которой осуществляются грохочение, сортировка, дозирование и перемешивание. На все эти технологические операции компоненты смеси последовательно поступают под действием силы тяжести. При партерной компоновке агрегаты асфальтосмесительной установки имеют наземное расположение. Составляющие компоненты асфальтобетонной смеси перемещаются от агрегата к агрегату с помощью непрерывных транспортных средств. Такая схема позволяет осуществить быстрый монтаж всего оборудования.

По мобильности установки разделяют на стационарные и передвижные. Отличительными особенностями этих установок является конструктивное исполнение агрегатов, которое влияет на длительность монтажа, демонтажа и удобство транспортирования. Асфальтосмесительные установки стационарного типа применяют на постоянно действующих АБЗ. Передвижные асфальтосмесительные установки выполняют из отдельных легко транспортируемых агрегатов, иногда снабженных колесным ходом. Их монтаж осуществляют с помощью автомобильных кранов. Как правило, для передвижных установок не требуется сооружение массивных заглубленных фундаментов, большинство блоков смесителей монтируется на подготовленной бетонированной площадке.

Очень широко на АБЗ применяются различные *ленточные транспортеры* для перемещения щебня, песка, минерального порошка. Используют также передвижные транспортеры.

Приготовление асфальтобетонных смесей на АБЗ является важнейшим и завершающим процессом. Для осуществления этого процесса необходимо выполнить следующие технологические операции:

- сушку и подогрев каменных материалов, сортировку их по фракциям;
- дозирование минеральных и вяжущих материалов;
- перемешивание минеральных материалов с органическими вяжущими.

Все эти операции выполняются в смесительном цехе, который оборудуется смесительными установками (рисунок 3.12) [26].

Процесс сушки каменных материалов должен обеспечить их обезвоживание и равномерный нагрев до рабочей температуры (200-210° С). Перегрев материалов увеличивает расход тепловой энергии и способствует образованию микротрещин в каменных материалах, а при соприкосновении вяжущих с перегретым камнем вызывает их пережог и потерю вяжущих свойств. В то же время недогрев каменных материалов ухудшает

обволакивание вяжущими и увеличивает неоднородность смеси. Поэтому необходимо установить минимально потребное количество подаваемых газов, идущих на подогрев материала, и скорость подачи в сушильный барабан каменных материалов и газов. Равномерность подачи каменных материалов достигается регулировкой питателя, а подача горячих газов регулируется давлением. Минеральный порошок не подогревается, а влажность при подаче в мешалку не должна превышать 1 %.

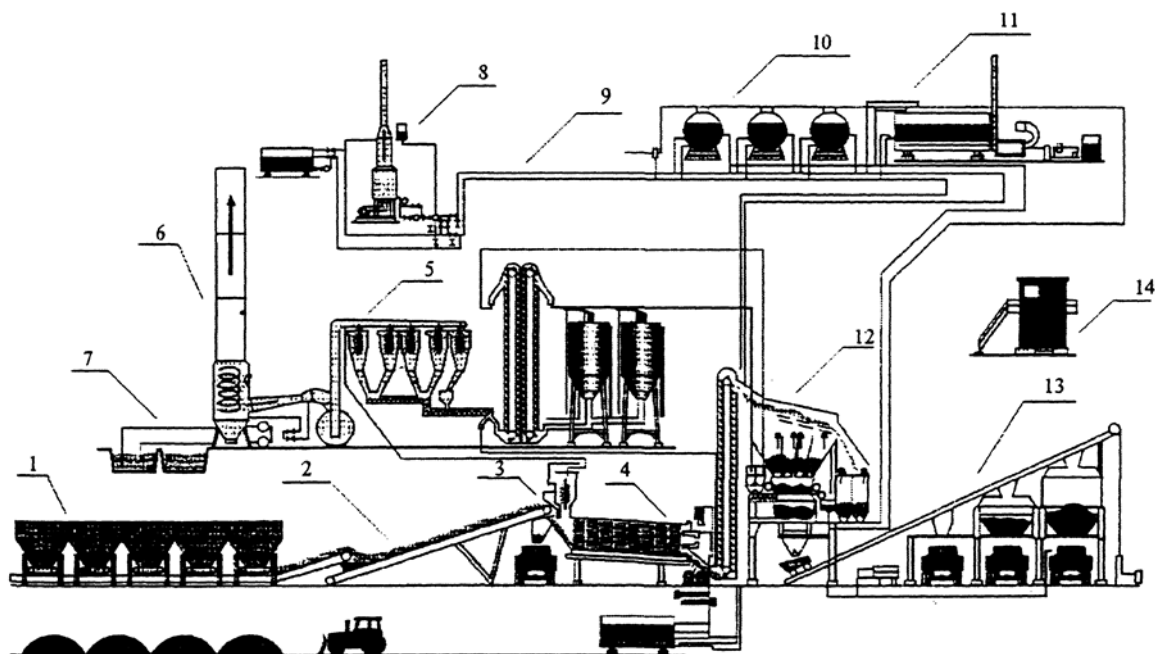


Рисунок 3.12 – Технологическая схема асфальтосмесительной установки:

- 1 – агрегат питания; 2 – конвейер наклонный; 3 – I ступень (предварительная) очистки дымовых газов; 4 – сушильный агрегат; 5 – II ступень очистки дымовых газов; 6 – III ступень очистки дымовых газов; 7 – шламоотстойник; 8 – нагреватель жидкого теплоносителя; 9 – подача битума из хранилища или битумовоза; 10 – битумные цистерны; 11 – нагреватель битума; 12 – смесительный агрегат; 13 – агрегат готовой смеси; 14 – кабина оператора

Перемешивание смеси происходит в смесительной установке. В зависимости от условий перемешивания их классифицируют на установки со свободным и принудительным перемешиванием циклического и непрерывного действия.

Режим перемешивания минеральных материалов с органическими вяжущими играет основную роль в процессе приготовления асфальтобетонной смеси. Длительность перемешивания зависит от типа смесителя и вида приготавливаемой асфальтобетонной смеси. Она колеблется от 60 до 180 с. В первую очередь перемешивают сухие материалы последовательно: щебень, песок, минеральный порошок, а затем вводят

органические вяжущие. Продолжительность сухого перемешивания зависит от типа мешалки. Для мешалок свободного перемешивания она составляет около 30% общего времени приготовления смеси и для мешалок принудительного перемешивания около 25%. Продолжительность перемешивания зависит от фракционного состава асфальтобетонной смеси: для крупно - и среднезернистых смесей не менее 20 с, для мелкозернистых – 45 с и для песчаных 60 с [10].

Приготовление теплых и холодных асфальтобетонных смесей. Холодные асфальтобетонные смеси готовят на жидких битумах и эмульсиях. Они имеют свойство длительное время сохранять удобоукладываемость и уплотняемость. Однако со временем эти смеси начинают слеживаться и частично снижать свои физико-механические свойства. Теплые смеси употребляют без промежуточного хранения. Холодные смеси могут храниться до 4 месяцев - для среднегустеющих и до 8 месяцев - для медленногустеющих битумов.

Для уменьшения слеживаемости холодной смеси ее охлаждают до 25-30°C после выдачи из мешалки; добавляют химические вещества, периодически перемешивают на площадках хранения.

Охлаждение смеси может быть принудительным при помощи вентиляторов или естественным в процессе транспортирования.

Производство минерального порошка для асфальтобетона. Минеральный порошок - материал тонкого помола, приготовленный измельчением известняков, доломитов, доломитизированных известняков и других карбонатных пород, удовлетворяющих требованиям [17].

В настоящее время получает распространение активированный минеральный порошок, обработанный в процессе приготовления поверхностно активными веществами в смеси с битумом. Активированные минеральные порошки лучше смачиваются битумом и не смачиваются водой, обладают пониженной пористостью и битумоемкостью.

Технологический процесс производства минерального порошка может осуществляться в цехах асфальтобетонного завода или на специализированных заводах и базах. В целях повышения качества минерального порошка целесообразно использовать специальные стационарные заводы, которые, как правило, размещают в известняковом карьере, что позволяет перерабатывать не только камень, но и отходы.

В состав завода входят цеха:

- дробильный;
- сортировочный;
- сушка;
- помольный.

При приготовлении активированного порошка создают цеха:

- битумный;
- приготовления добавок;
- смесительный;

- склад готовой продукции.

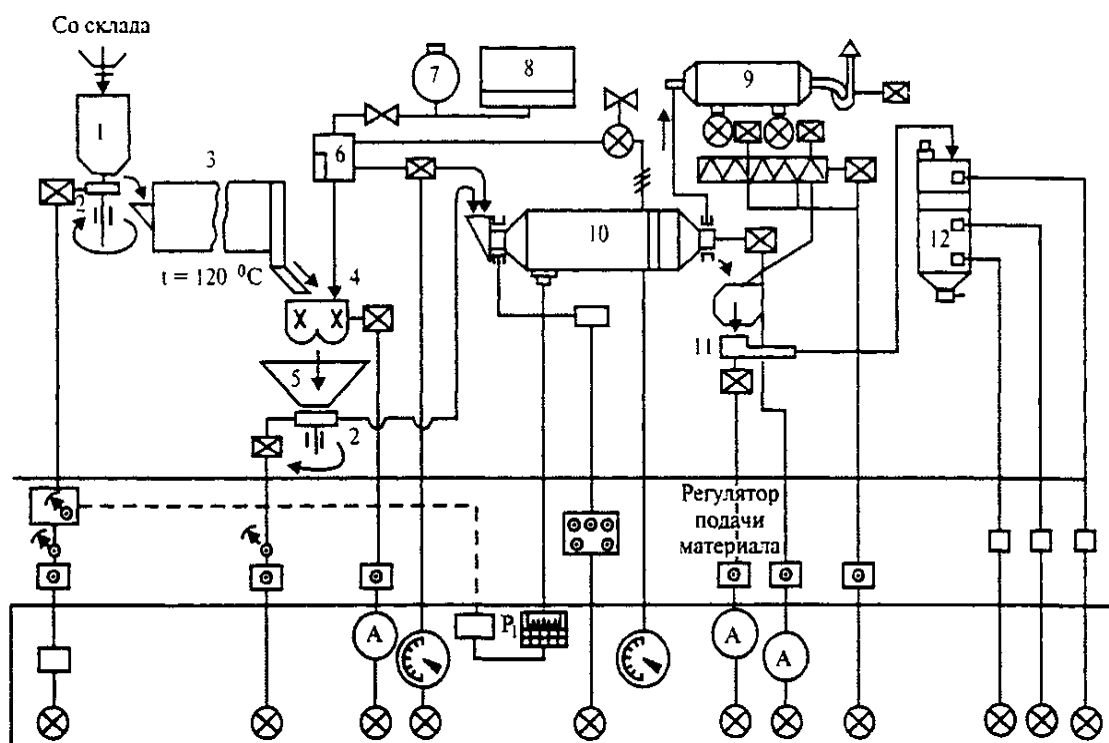


Рисунок 3.13 – Схема автоматизированного производства минерального порошка

- 1 – расходный бункер; 2 – тарельчатый питатель; 3 – сушильный барабан; 4 – лопастной смеситель; 5 – сборный бункер; 6 – дозатор;
 7 – емкость для ПАВ; 8 – установка для обезвоживания и нагрева битума; 9 – сепаратор и обеспыливающая установка; 10 – шаровая мельница;
 11 – винтовой пневматический насос; 12 – накопительный бункер готовой продукции

При массовом производстве минерального порошка на заводах большой мощности целесообразно применение автоматизации. На автоматизированных предприятиях приготовление минерального порошка из известнякового щебня в автоматическом режиме осуществляет оператор с пульта управления (рисунок 3.13).

Технология приготовления активированного минерального порошка включает:

- просушивание минеральных материалов в сушильных барабанах;
- нагрев битума и ПАВ до рабочих температур;
- дозирование просушенного материала и активирующей смеси;
- перемешивание минерального материала с активирующей смесью в смесителях любого типа (предпочтительно принудительного действия);
- подачу минерального материала, объединенного с активирующей смесью, в помольную установку;

- измельчение минерального материала до требуемой тонкости помола;

- подачу готового активированного минерального порошка в накопительные бункеры или на склад (силосного или бункерного типа).

Процессы сушки щебня и тонкого измельчения регулируют изменением частоты вращения электродвигателя тарельчатых питателей, которые контролируют *тахометры*. Для того чтобы количество материала, поступающего в сушильный барабан и мельницу, было пропорционально частоте вращения питателей, в бункерах автоматически поддерживают постоянный уровень. Загрузку мельницы контролируют по частоте шума в барабане мельницы и измеряют при помощи электроакустического устройства, снабженного показывающими приборами. Регулирование загрузки осуществляют групповыми датчиками, позволяющими изменять количество поступающих материалов в сушильный барабан и мельницу.

Минеральный порошок удовлетворяет требованиям, если частиц мельче 0,071 мм, % по массе составляет:

- для неактивированных порошков из карбонатных горных пород марки МП-1 - от 70 до 80;

- для активированных порошков из карбонатных горных пород марки МП-1 - не менее 80;

- для порошков из некарбонатных горных пород и отходов промышленного производства марки МП-2 - не менее 60 [1].

АБЗ со смесителем непрерывного действия. Сушильно-смесительный агрегат Double Barrel представляет собой непрерывный смеситель с принудительным принципом смешивания, перемешивающие лопасти которого закреплены на внешней стороне сушильного барабана, служащего для них валом, а внешней стороной смесительной камеры является неподвижный второй барабан.

Сушка и нагрев материала происходят «в противотоке», т.е. при движении материала от загрузочного лотка к горелке.

Внутри сушильного барабана расположены 3 основные группы (рисунок 3.14) перемешивающих пластин [26].

В конце сушильного барабана имеются загрузочные окна, через которые нагретый материал под собственным весом попадает в смеситель.

Для контроля температуры нагрева инертных материалов в зоне выгрузки установлен ИК-датчик (пирометр), который регистрирует ее и может в автоматическом режиме управлять работой горелки.

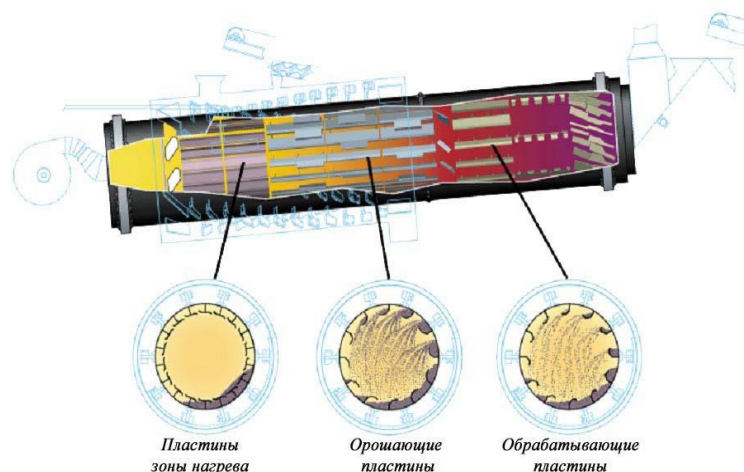


Рисунок 3.14 – Внутренняя конструкция сушильного барабана

На сушильных агрегатах ставятся многотопливные горелки, которые работают на следующих комбинациях топлива: «газ - соляр - мазут». Расход топлива составляет от 5-6 литров на 1 тонну асфальтобетонной смеси до 7,5 литров при пониженной температуре наружного воздуха (менее 10°C) и повышенной влажности материала (средняя влажность 4-5%).

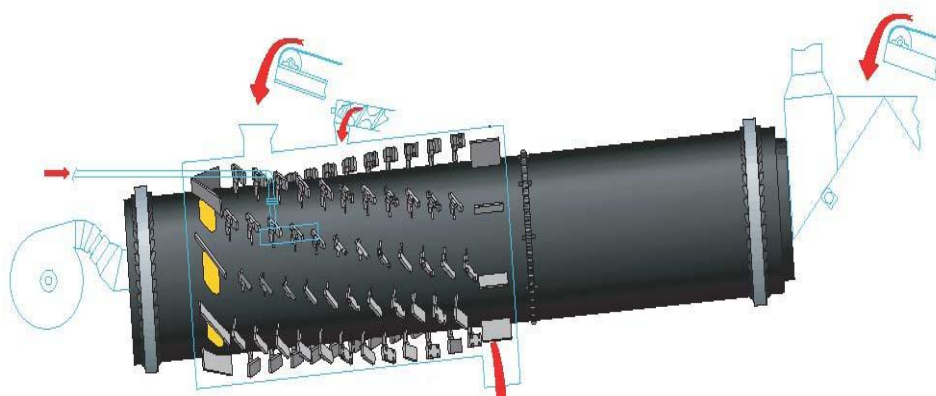


Рисунок 3.15 – Смесительная камера

Смесительную камеру (рисунок 3.15) по длине можно условно разделить на несколько зон:

- зона загрузки инертных материалов;
- зона сухого перемешивания;
- зона ввода минерального битума;
- зона ввода минерального порошка;
- зона интенсивного перемешивания;
- зона выгрузки асфальтобетонной смеси.

Смеситель имеет большое время перемешивания - 1 мин 30 сек и не зависит ни от типа выпускаемого асфальтобетона, ни от производительности установки. Тем самым, обеспечивая равномерное и полное перемешивание

смеси, и высокая производительность установки при выпуске любых асфальтобетонных смесей, т.е. через 1 мин 30 сек после начала смешивания можно получить первую тонну смеси, а далее непрерывный поток, который зависит только от производительности установки.

За счет теплообмена между сушильной камерой и смесителем, не происходит тепловых потерь в процессе приготовления смеси. Этому также способствует термоизоляция внешнего барабана толщиной 75 мм и обогрев днища смесителя масляным теплоносителем [26].

Часть внешнего барабана, перекрывающая всю длину смесителя, поднимается с помощью встроенного гидропривода и обеспечивает свободный доступ в зону смешивания, для осмотра или замены лопаток.

Неоспоримым преимуществом этого смесителя является и то, что в зоне смешивания практически отсутствует свободный кислород, который мог бы реагировать со смесью. И хотя в процессе смешивания могут высвобождаться летучие составляющие битума, они через загрузочные отверстия сушат инертный материал. На других типах смесителей эти свободные углеводороды выбрасываются в атмосферу.

Переработка старого асфальтобетона (регенерация) на АБЗ. Увеличение объемов ремонтных работ требует существенного снижения их материалоемкости за счет совершенствования ресурсосберегающих технологий, предусматривающих переработку и повторное использование старого асфальтобетона на АБЗ.

Регенерация старого асфальтобетона на АБЗ позволяет использовать весь снятый с дороги асфальтобетон, широко применять добавки каменных материалов, битума и пластификаторов при регенерации, получать готовую смесь заданного качества и укладывать ее на участках дорог с соответствующей интенсивностью движения, экономить энергию и материальные ресурсы при устройстве дорожных одежд автомобильных дорог.

Для заводской переработки используют старый асфальтобетон, полученный путем холодного фрезерования, либо путем разлома бульдозерами, автогрейдерами или другими машинами. В последнем случае кусковой асфальтобетон измельчают в дробильно-сортировочных установках до размеров, не превышающих 40 мм - при приготовлении крупнозернистых смесей. Кусковой асфальтобетон с высоким содержанием битума целесообразно дробить при температуре воздуха не выше 15-20°C. При более высоких температурах материал налипает на рабочие органы дробильных установок. В случаях налипания эффективность дробления можно повысить периодической обработкой щек дробилки мыльной водой либо путем добавления минеральных материалов (песка или щебня) до 30 %.

Дробленный асфальтобетон целесообразно сразу же использовать для приготовления асфальтобетонных смесей. При необходимости хранения материал складывают в штабели высотой не более 2-3 м.

Для предотвращения слеживания слой измельченного асфальтобетона пересыпают прослойками из песка. Периодически материал перемешивают

экскаватором [10].

Основная задача технологического процесса - уменьшить влияние высокотемпературной обработки на свойства вяжущего в старом асфальтобетоне, а также обеспечить защиту окружающей среды от загрязнения. При этом стремятся к максимальному использованию старого асфальтобетона в составе регенерированной смеси.

Для получения регенерированной асфальтобетонной смеси используют смесительные установки периодического действия и барабанные смесительные установки непрерывного действия.

При регенерации асфальтобетона в смесительных установках периодического действия нагрев старого асфальтобетона обеспечивается в основном за счет теплообмена с перегретыми минеральными материалами.

Преимущество данной технологии заключается в возможности использования существующих смесительных установок без их переустройства или с незначительным переустройством. В последнем случае осуществляют такие мероприятия, как установку экрана перед горелкой сушильного барабана для снижения температуры и частичного предохранения битума в составе старого асфальтобетона от прямого нагревания пламенем либо установку дополнительного сушильного барабана для разогрева старого асфальтобетона при более низких температурах, по сравнению с температурой разогрева новых минеральных материалов. Подачу старого асфальтобетона осуществляют непосредственно в смеситель либо к минеральным материалам, прошедшим через сушильный барабан (рисунок 3.16).

Максимальное количество старого материала при использовании данной технологии не должно превышать 20-30 % от массы регенерированной смеси. Для обеспечения требуемой температуры готовой регенерированной смеси температура минеральных материалов (песка и щебня) должна составлять порядка 220-260°C [8].

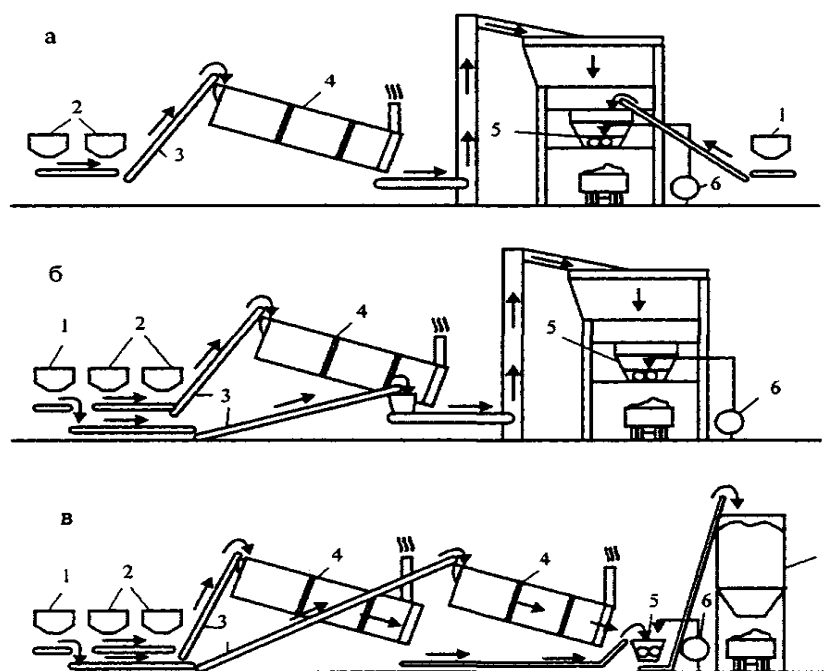


Рисунок 3.16 – Регенерация асфальтобетона в смесителях периодического действия

а – с подачей старого асфальтобетона непосредственно в смеситель;

б – с подачей старого асфальтобетона к минеральным материалам, прошедшим через сушильный барабан; в – с использованием сдвоенного сушильного барабана; 1 – старый асфальтобетон; 2 – новые минеральные материалы; 3 – транспортер; 4 – сушильный барабан; 5 – смеситель;

6 – битум; 7 – накопительный бункер

Контроль качества продукции АБЗ. Заводская лаборатория осуществляет систематический контроль поступающих на завод материалов, контролирует технологический процесс и качество готовой продукции.

Из щебня, поступающего на завод 1 раз в два-три дня, отбирают пробы, по которым определяют его физико-механические свойства: предел прочности на сжатие в водонасыщенном состоянии, потери при истирании в полочном барабане, морозостойкость при непосредственном замораживании. Одновременно контролируются степень загрязнения щебня и его гранулометрический состав.

При контроле песка определяется модуль крупности, который должен быть не менее 2 - 2,5, и гранулометрический состав (количество глинистых и пылеватых частиц не должно превышать 3%).

Для битумов определяют температуру размягчения, вязкость, растяжение при 0 и 25°C, температуру вспышки, содержание воды и водорастворимых соединений [10].

При каждой загрузке битума в котлы плавильной установки лаборатория определяет пенетрацию, температуру размягчения вязких битумов и вязкость жидких битумов.

Для минерального порошка производится контроль одной пробы массой 2-3 кг на каждые 20 т.

По ПР РК 218-113-2014 «Инструкция по контролю качества и приемке работ при строительстве и ремонте автомобильных дорог» при приготовлении горячей асфальтобетонной смеси следует контролировать:

- постоянно – температуру битума и минеральных материалов, а температуру готовой асфальтобетонной смеси – в кузове каждого автомобиля-самосвала;

- 2-3 раза в смену – слеживаемость холодного асфальтобетона по ГОСТ 9128;

- не реже одного раза в смену – качество смеси по ГОСТ 9128 и ГОСТ 12801, а битума по ГОСТ 11501 и ГОСТ 11503;

- не реже одного раза в 10 смен и при смене поставщика – качество материалов:

- щебень и гравий, щебень из шлаков, входящие в состав смесей, по зерновому составу, прочности, содержанию пылеватых частиц, содержанию глины в комках должны соответствовать требованиям ГОСТ 3344 и ГОСТ 8267 [16].

Содержание зерен пластинчатой (лещадной) формы по ГОСТ 9128, ГОСТ 8269.0;

- песок природный и из отсеков дробления горных пород должен соответствовать ГОСТ 8736 и ГОСТ 9128;

- минеральный порошок, входящий в состав смесей по ГОСТ 9128 и ГОСТ 16557;

- битумы по ГОСТ 11501, ГОСТ 11503, в т.ч. вязкие по ГОСТ 22245 и жидкие по ГОСТ 11955, а также полимерно-битумные вяжущие и модифицированные битумы по СТ РК 1025- 2010.

При приемосдаточных испытаниях смесей ежедневно отбирают по ГОСТ 12801 одну объединенную пробу от партии и определяют:

- температуру отгруженной смеси в накопителе;
- зерновой состав минеральной части;
- водонасыщение – для всех смесей; предел прочности при сжатии при температуре 500 С и 200 С и водостойкость для горячих смесей; предел прочности при сжатии при температуре 200 С, в том числе в водонасыщенном состоянии и слеживаемость (2-3 раза в смену) для холодных смесей [14].

Работу дозаторов минеральных материалов, битума и добавок следует контролировать в установленном порядке [29].

3.4.4 Цементобетонные заводы

Цементобетонный завод (ЦБЗ) – смонтированный комплекс технологического, энергетического и вспомогательного оборудования, предназначенного для выполнения операций по приготовлению бетонных смесей.

При строительстве автомобильных дорог с цементобетонным покрытием различают два типа бетонных заводов: *прирельсовые* и *притрассовые*.

Прирельсовые ЦБЗ устраивают у железной дороги. Они включают в свой состав ряд отделений основного и вспомогательного назначения:

- склады каменных материалов, состоящие из приемных устройств для разгрузки железнодорожных вагонов и укладки каменных материалов в штабеля, машин и устройств для погрузки каменных материалов из штабелей в расходные бункеры смесительных установок;

- склады цемента, состоящие из приёмных устройств, разгрузчиков вагонов, оборудования для транспортирования цемента на склады и от них в расходные бункеры бетоносмесительных устройств;

- бетоносмесительные установки, включающие расходные бункеры для каменных материалов и емкости для цемента, резервуары для воды и специальных добавок, технологическое оборудование для дозирования компонентов и приготовления бетонной смеси, узлы выдачи готовой смеси в автомобильный транспорт;

- вспомогательные отделения - электростанции или трансформаторные подстанции, парокотельные устройства, компрессорные устройства, устройства водоснабжения, канализации, служебные и жилые помещения [10].

В отличие от прирельсовых притрассовые ЦБЗ организуются вблизи мест укладки бетонной смеси и предназначены для кратковременного использования (не более года) на одном месте. Притрассовые цементобетонные заводы состоят из дозирочного и смесительного отделений, расходных складов заполнителей и цемента, передвижных компрессорных установок и электростанций. В соответствии с организацией процессов приготовления и транспортирования бетонных смесей ЦБЗ подразделяются на заводы *с законченным* и *незаконченным циклом*.

Заводы с законченным циклом производят готовую бетонную смесь, затворенную водой и перемешанную. Заводы с незаконченным циклом выдают отдозированную сухую смесь, которой загружаются секционные автомобили-самосвалы, автобетоносмесители и контейнеры [26].

По принципу работы технологического оборудования ЦБЗ и установки подразделяются на две категории: *циклические* и *непрерывные*. На ЦБЗ циклического действия используются установки периодического действия и порционные дозаторы для дозирования компонентов бетонной смеси. На ЦБЗ непрерывного действия операции дозирования, перемешивания и выдачи готовой смеси совмещены во времени [9].

По мощности бетоносмесительных установок ЦБЗ подразделяются на следующие типы:

- малые производительностью до $30 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- средние $60\text{-}90 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- большие $120\text{-}240 \text{ м}^3/\text{ч}$;

– сверхмощные 300-480 м³/ч.

По компоновке технологического оборудования в вертикальной плоскости ЦБЗ и установки делятся на *башенные* и *партерные* (ступенчатые). По степени инвентарности установки подразделяются на три типа: *стационарные, сборно-разборные* и *мобильные*.

Особенности размещения ЦБЗ. Опыт строительства магистральных автомобильных дорог с цементобетонным покрытием показал, что наиболее оптимальным вариантом является вариант раздельного размещения притрассового ЦБЗ и прирельсовой разгрузочной базы для компонентов цементобетонной смеси.

При организации совместной работы притрассовых ЦБЗ и прирельсовых баз руководствуются следующими правилами: вдоль строящейся автомобильной дороги на выбранные площадки для размещения притрассовых ЦБЗ заранее, преимущественно в зимний период, с прирельсовой базы вывозят крупный заполнитель; песок вывозят на стоянку притрассового ЦБЗ лишь с незначительным опережением времени на его передислокацию.

В сочетании с прирельсовой базой применение притрассовых ЦБЗ обеспечивает сокращение дальности транспортирования готовой смеси, что положительно влияет на темп и качество работ; возможность более равномерного распределения объемов перевозок каменных материалов в течение года, благодаря чему сокращается потребность в технологическом транспорте в строительный сезон; упрощение технологических и организационных схем и прирельсовых баз для разгрузки дорожно-строительных материалов и притрассовых ЦБЗ для приготовления цементобетонных смесей [9].

Генеральный план ЦБЗ. Прирельсовые и притрассовые ЦБЗ организуются на базе бетоносмесительных установок различного типа. При этом отдается предпочтение бетоносмесительным установкам циклического действия, обеспечивающим более точное дозирование компонентов бетонной смеси, регулирование ее подвижности и времени перемешивания.

Основные технические решения вновь строящихся прирельсовых и притрассовых ЦБЗ должны соответствовать действующим типовым проектам. Способы приемки песка, щебня (гравия) и цемента, их складирование и внутризаводское транспортирование должны исключить возможность ухудшения их качества и загрязнения окружающей среды.

Целесообразно иметь на прирельсовом ЦБЗ два тупика: для заполнителей и цемента. Железнодорожные пути лучше располагать на повышенной части для уменьшения объема земляных работ при сооружении складов [26].

На территории ЦБЗ, кроме основного технологического оборудования, размещаются: дозировочное отделение, механическая мастерская, материально-технический склад, трансформаторная подстанция или передвижная электростанция, лаборатория контроля материалов, склад ГСМ,

контора и бытовые помещения.

Проектные решения ЦБЗ принимаются с учетом требований противопожарных норм проектирования зданий и сооружений. Пожарные участки технологических линий ЦБЗ оборудуют средствами тушения по согласованию с местной пожарной инспекцией.

Решение генеральных планов прирельсовых ЦБЗ подчиняется общим требованиям с учетом:

- получения по железной дороге фракционного щебня (гравия) и песка и резервирования в отдельных случаях на площадке завода территории для сортировочно-моечного отделения;
- обеспечения нормативных сроков разгрузки поступающих по железной дороге заполнителей и цемента;
- использования для хранения заполнителей открытых площадок, а для хранения цемента - складов силосного типа, оборудованных системой пневмотранспорта;
- обеспечения минимального объема строительно-монтажных работ при строительстве базы и монтаже-демонтаже оборудования и строительных конструкций при перебазировании.

Территория, на которой располагается прирельсовый ЦБЗ, должна быть благоустроена и иметь подъездные пути, водоотвод, ограду и освещение для работы в темное время суток и при плохой видимости.

Покрытие на открытых площадках для хранения заполнителей и на основных проездах рекомендуется устраивать как из монолитного и сборного бетона, так и из асфальтобетона. Площадки притрассовых ЦБЗ, особенно на путях движения автомобилей-самосвалов, должны иметь твердое покрытие - цементобетонное или цементогрунтовое. Движение автомобилей на территории ЦБЗ организуется по кольцевой схеме без пересечений путей движения. На площадках и путях движения должен быть обеспечен хороший водоотвод [26].

Прирельсовый ЦБЗ производительностью 240 м³/ч (рисунок 3.17) включает склад каменных материалов вместимостью 70 тыс. м³ с подрельсовым бункером и радиально-штабелирующим конвейером РШК-30М; отделение подачи каменных материалов с их погрузкой и выдачей со склада в расходные бункеры фронтальными погрузчиками; отделение грохочения песка; два силосных склада цемента с общей вместимостью 3,0 тыс.т; битумохранилище вместимостью 500 т; склад нефтепродуктов вместимостью 350м³; хранилище пленкообразующих материалов; мазутоохранилище; разгрузочную рампу; бетоносмесительное отделение на базе двух бетоносмесительных установок СБ-109; узел приготовления водных растворов добавок; вспомогательные отделения - трансформаторная подстанция, компрессорная установка, артезианские скважины, котельная, резервуары для запаса воды вместимостью 50м³ (2 шт.); комплекс служебных и вспомогательных помещений - контора с лабораторией, столовая, механическая мастерская, бытовые помещения, площадка для открытых

ремонтных работ, материально-технический склад, канализационные очистные сооружения, туалеты, весовая с автомобильными весами грузоподъемностью 30т (2 шт.), навес для тарного хранения материалов вместимостью 350 м³.

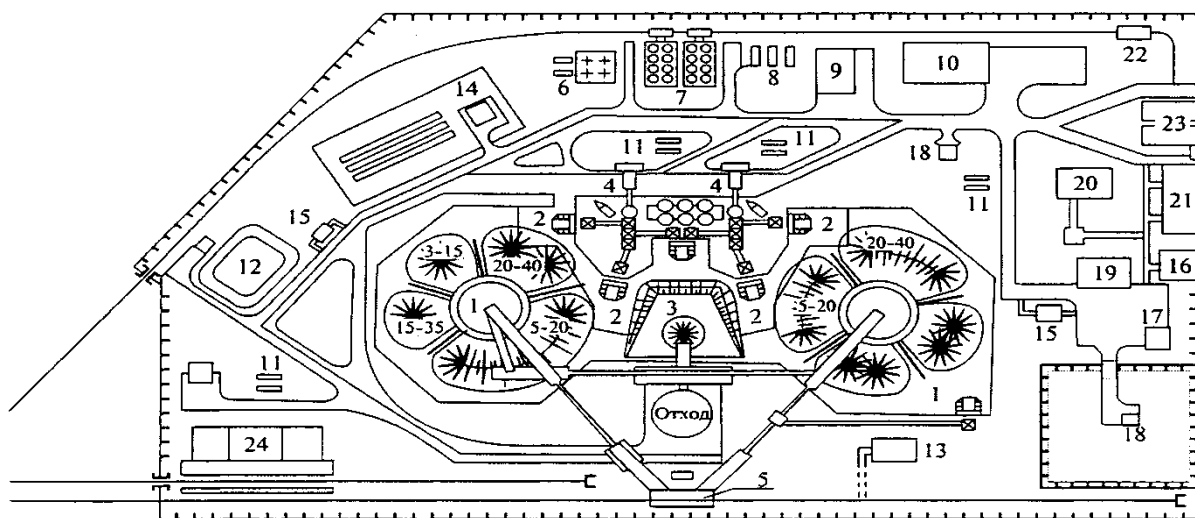


Рисунок 3.17 – Прирельсовый ЦБЗ

1 – склад каменных материалов; 2 – отделение подачи каменных материалов; 3 – отделение грохочения песка; 4 – бетоносмесительное отделение; 5 – подрельсовый бункер; 6 – компрессорная установка; 7 – склад цемента; 8 – хранилище пленкообразующих материалов; 9 – трансформаторная подстанция; 10 – отделение для приготовления водных растворов добавок; 11 – резервуары для запаса воды; 12 – склад нефтепродуктов; 13 – котельная; 14 – канализационные очистные сооружения; 15 – туалет; 16 – площадка для открытых ремонтных работ; 17 – материально-технический склад; 18 – артезианские скважины; 19 – ремонтно-механическая мастерская; 20 – столовая; 21 – контора с лабораторией; 22 – разгрузочная рампа; 23 – весовая, 24 – битумохранилище

Генплан прирельсового ЦБЗ предусматривает размещение прирельсового склада с приемом каменных материалов в подрельсовый бункер и складированием их РШК-30М в радиальный штабель. Вспомогательные отделения располагают в сборно-разборных зданиях и сооружениях.

Трансформаторные подстанции, вентиляционные установки, как правило, делаются встроенными в главный корпус. Компрессорная станция располагается вблизи основных потребителей сжатого воздуха, то есть около склада цемента, котельная в районе склада каменных материалов по условиям противопожарной безопасности и рационального использования внутризаводских дорог [10].

Склады горюче-смазочных материалов должны быть размещены на крайних участках заводской территории, с учетом норм пожарной

безопасности. Санитарные разрывы открытых складов пылящих материалов до вспомогательных отделений принимают не менее 15 м, а между складом и административным корпусом не менее 35 м.

На притрассовом ЦБЗ (рисунок 3.18) каменные материалы (щебень и песок) доставляются автомобильным транспортом и выгружаются у соответствующего штабеля склада. Надвижка материалов в штабели выполняется бульдозерами или фронтальными погрузчиками. Расчетная высота штабелей 5 м. Площадки под штабели устраивают с покрытиями из каменного отсева толщиной 12 см. Подача каменных материалов со склада к загрузочным бункерам смесительной установки производится одноковшовыми фронтальными погрузчиками на пневмоколесном ходу. Для хранения каменных материалов на ЦБЗ используются открытые площадки.

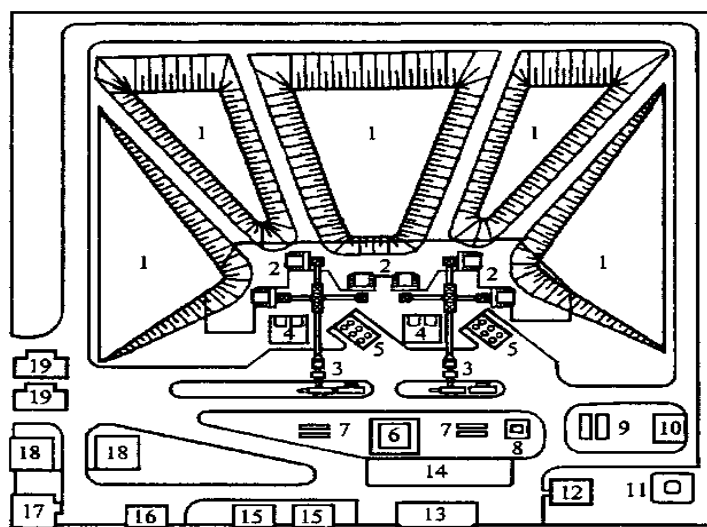


Рисунок 3.18 – Притрассовый ЦБЗ

1 – склад каменных материалов; 2 – отделение подачи каменных материалов; 3 – бетоносмесительное отделение; 4 – компрессорная установка; 5 – склад цемента; 6 – отделение для приготовления водных растворов добавок; 7 – резервуары для запаса воды; 8 – трансформаторная подстанция; 9 – хранилище пленкообразующих материалов; 10 – навес для тарного хранения материалов; 11 – склад нефтепродуктов; 12 – котельная; 13 – ремонтно-механическая мастерская; 14 – площадка для открытых ремонтных работ; 15 – туалет; 16 – столовая; 17 – контора с лабораторией; 18 – бытовые помещения; 19 – весовая с автомобильными весами

Хранение цемента предусматривается в расходном силосном складе мобильного типа. Обеспечение сжатым воздухом осуществляется от компрессорных установок на базе передвижных компрессорных станций. Транспортируют цемент с использованием средств пневмотранспорта [1].

Для систематического контроля технологического процесса приготовления бетонной смеси и качества исходных материалов,

поступающих на завод, в составе ЦБЗ организуется лаборатория.

Дизельное топливо, необходимое для работы машин и оборудования завода хранится в емкостях под навесом [10].

Отделения вспомогательного назначения размещаются в мобильных зданиях и сооружениях контейнерного типа. Для технического обслуживания и текущего ремонта технологического оборудования инженерных сетей и коммуникаций на заводе предусмотрена ремонтно-механическая мастерская.

В отличие от предприятий стационарного типа сборно-разборные и мобильные притрассовые ЦБЗ более экономичны за счет значительного сокращения объемов работ при их строительстве и передислокации и использования сборно-разборных конструкций, блочного (крупноагрегатного) технологического оборудования.

Использование таких ЦБЗ обеспечивает уменьшение строительно-монтажных работ на 20-30%, снижение приведенных затрат на приготовление 1000 м³ бетонной смеси на 5-10 %, сокращение затрат труда на 10-20 %.

Технологические процессы производства и оборудование. Приготовление цементобетонной смеси складывается из следующих операций: сортировки каменных материалов; дозирования каменных материалов, цемента и воды; перемешивания каменных материалов с цементом, водой и специальными добавками поверхностно-активных веществ.

Для приготовления бетонных смесей рекомендуется применять каменные материалы, цемент, воду и добавки поверхностно-активных веществ, имеющих минимальную изменчивость свойств. Это обеспечивает наибольшую стабильность технологических свойств бетонной смеси: подвижность, жесткость, объем вовлеченного воздуха, свежеприготовленного бетона. Для улучшения свойств бетона и снижения расхода цемента в бетонную смесь вводят пластифицирующие и воздухововлекающие добавки. Их применение обеспечивает снижение расхода цемента до 25 т на 1 км покрытия.

Бетонную смесь на ЦБЗ приготавливают в автоматизированных установках циклического и непрерывного действия с гравитационным или принудительным смещением материалов. При возможности выбора предпочтительнее применять бетоносмесительные установки циклического действия, затем непрерывного с принудительным перемешиванием и в последнюю очередь непрерывного действия с гравитационным перемешиванием [17].

У бетоносмесительных установок циклического действия процесс приготовления представляет собой цикл последовательно чередующихся операций. При этом дозируют по массе определенные дозы составляющих смеси, соответствующие объему смесителя. Отдозированные материалы поступают в смеситель. Продолжительность перемешивания в установках циклического действия устанавливает экспериментально лаборатория ЦБЗ.

В установках непрерывного действия операции дозирования, смешения

и выдачи готовой смеси совмещены по времени. Смесь непрерывным потоком поступает в смеситель, где по мере прохождения от загрузочного отверстия к разгрузочному смешивается, и затем непрерывным потоком готовая смесь выходит из смесителя (рисунок 3.19).

В Казахстане на объектах дорожного строительства широко используются бетоносмесительные установки непрерывного и циклического действия различных типоразмеров в сборно-разборном и мобильном исполнении производства ОАО «Бетонмаш» (Украина) и ОАО «345 Мехзавод» (Россия) [26].

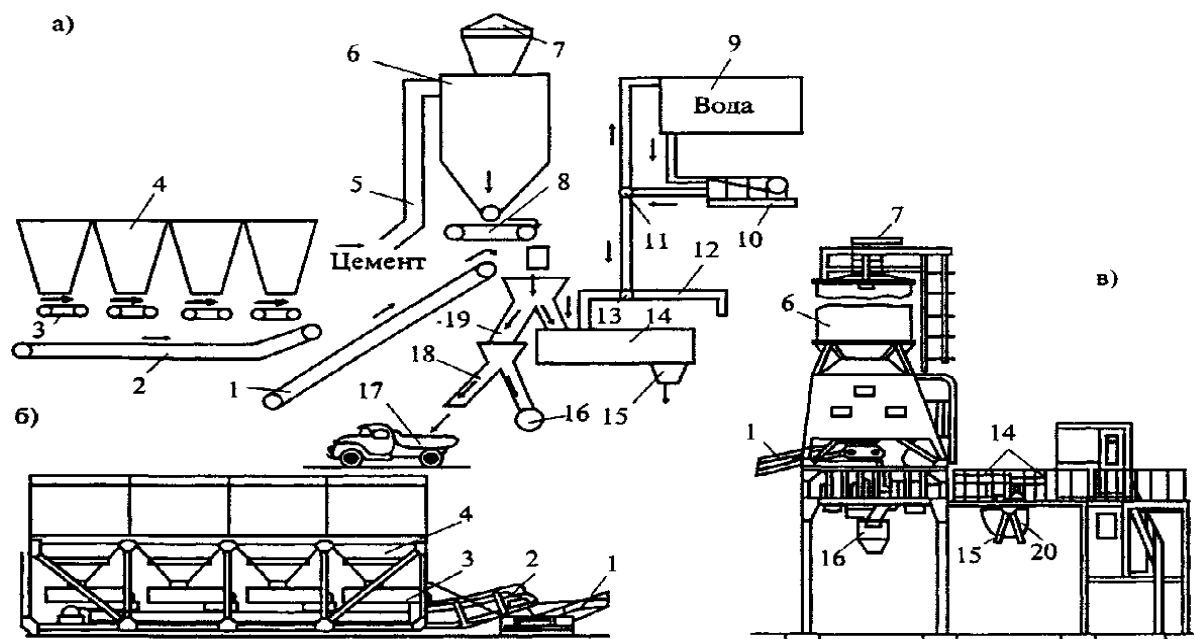


Рисунок 3.19 – Бетоносмесительная установка непрерывного действия

а) технологическая схема работы бетоносмесительной установки;

б) блок дозирования каменных материалов; в) смесительный блок

1 – наклонный ленточный транспортер; 2 – горизонтальный сборный транспортер; 3 – дозатор непрерывного действия; 4 – бункеры для заполнителей; 5 – цементопровод; 6 – расходный бункер цемента; 7 – фильтр; 8 – дозатор цемента; 9 – резервуар для хранения воды; 10 – насос-дозатор; 11, 13 – трехходовые краны; 12 – рукав для отвода воды; 14 – двухвальная смесительная камера; 15 – накопительный бункер; 16 – поворачивающийся дозатор; 17 – автомобиль-самосвал; 18 – нижняя двухрукавная течка; 19 – верхняя двухрукавная течка; 20 – челюстной затвор накопительного бункера

Бетоносмесительные установки изготавливаются укрупненными блоками, обшитыми утеплительными панелями. В состав установки входят следующие основные узлы и блоки: блок смесительный, блок управления, блок загрузки, конвейер, блок химдобавок, склад цемента,

пневмооборудование, электрооборудование.

Бетоносмесительные установки выполнены по партерной схеме. В смесительном блоке непосредственно над смесителем смонтированы все дозаторы, в которые соответствующими устройствами через блок управления подаются компоненты смеси (заполнители, цемент, вода, химические добавки), взвешиваются в необходимых пропорциях и загружаются в смеситель.

Конструкция установки предусматривает выдачу материалов в любое транспортное средство: автобетоновоз, автобетоносмеситель, автосамосвал. В зимнее время осуществляется предварительный разогрев заполнителей с помощью горячей воды или пара.

Приготовление смесей на ЦБЗ в холодный период года. При приготовлении цементобетонных смесей в зимний период к ним предъявляются следующие основные требования: физико-механические свойства этих смесей должны быть не ниже свойств смесей, приготовленных в теплый период; смесь должна иметь повышенную скорость твердения и пониженную температуру замерзания, а также по возможности положительную температуру [9].

В холодное время года ЦБЗ могут выпускать два вида смесей: теплые и холодные.

Приготовление смесей основано на следующем принципе: приготовленная цементобетонная смесь должна иметь, возможно, высокую температуру, при которой еще сохраняется требуемый срок схватывания смеси. При этом чем выше температура выпускаемой смеси, тем ниже затраты на утепление бетонируемой конструкции и короче период нарастания прочности бетона. Необходимо учитывать, что при повышении температуры смеси выше 40-45°C резко сокращаются сроки схватывания, поэтому максимальная температура смеси при выходе из смесителя должна быть равной 35°C при применении портландцементов и 25°C при применении глиноземистых цементов. При этом подогревается щебень, песок и вода, а цемент подается неподогретым.

Обычно для ускорения твердения смеси и понижения температуры замерзания в нее вводят растворы хлористых солей. Оптимальная норма добавки предварительно устанавливается лабораторным путем. Норма добавки зависит в основном от температуры воздуха и условий организации бетонных работ.

Для повышения удобоукладываемости смеси в нее вводят пластифицирующие и воздухововлекающие добавки, получаемые из отходов промышленного производства. В качестве пластификатора вводят сульфитоспиртовую барду (0,2-0,4% к массе цемента), которая увеличивает подвижность смеси [9].

Для повышения морозостойкости и водонепроницаемости бетона в качестве воздухововлекающих добавок применяют нейтрализованную абиегивную кислоту (0,2-0,5%), мылонафт или асидол-мылонафт.

Приготовление холодных смесей основано на введении повышенной

нормы хлористых солей, существенном понижении температуры замерзания и ускорения твердения. Вследствие этого до замерзания бетон приобретает не менее 50% проектной прочности. При приготовлении холодной смеси ее компоненты, как правило, не подогревают.

Пластифицирующие добавки повышают удобоукладываемость, что дает возможность использовать смесь при отрицательных температурах окружающего воздуха. Норма добавки хлористых солей может изменяться в зависимости от температуры воздуха и устанавливается лабораторным путем.

Следует учитывать, что введение в бетонную смесь хлористых солей понижает морозостойкость бетона, повышает водопроницаемость и хрупкость, а также увеличивает коррозионность арматуры, в результате чего сокращается долговечность конструкций. Во избежание этого суммарное количество солей не должно превышать 10%. При пониженных температурах наружного воздуха (-10°C и ниже) компоненты смеси рекомендуется подогревать.

Концентрацию солевых растворов определяют расчетом или по таблицам в зависимости от температуры воздуха, при которой укладывают смесь, т. е. от температуры замерзания раствора.

При расчете количества воды для смеси необходимо учитывать воду солевого раствора [17].

При приготовлении холодных смесей для достижения их равномерности вначале перемешивают в течение 1,5 - 2 мин щебень с песком и солевым раствором, затем загружают цемент и подают воду. Общая продолжительность перемешивания холодной смеси увеличивается на 5 - 6 мин по сравнению со временем перемешивания теплой смеси.

На ЦБЗ для работы в холодный период года должны быть предусмотрены дополнительные мероприятия: устройство оборудования для солевых растворов, открытых площадок и бункеров с подогревом каменных материалов и воды; утепление бетоносмесительных установок, водопровода, паропровода; перевод машин и механизмов на зимний режим работы.

3.5 Технология возведения земляного полотна

3.5.1 Подготовительные работы

Перед началом работы специализированного потока на участках, отведенных для строительства земляного полотна, должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- восстановление и закрепление трассы, перенос и переустройство воздушных и кабельных линий связи, линий электропередачи, трубопроводов, и др., расчистка полосы отвода от всех других препятствий, мешающих производству работ: валуны, различные строения, вырубка леса, кустарника и др.;

- разбивка элементов земляного полотна, устройство временных дорог, подготовка и усиление сети существующих автомобильных дорог,

намечаемых к использованию в период строительства, устройства въездов и съездов для скреперов, автомобилей и др.;

- постройка временных сооружений, линий связи, электроосвещения и др., водоотводные и осушительные работы, в необходимых случаях рыление грунтов в резервах и выемках.

Необходимо определить объемы подготовительных работ и описать технологию и организацию производства этих работ.

Следует иметь в виду, что хотя подготовительные работы производятся до начала основанных работ, но они выполняются в сроки, установленные общим графиком строительства (входят в сроки, установленные для сооружения земляного полотна).

Создание опорной геодезической сети. Другими словами, на стадии подготовки площадки к строительству должна быть создана геодезическая разбивочная основа, служащая геодезическому обеспечению на всех стадиях строительства и после его завершения и позволяющая элементарно находить необходимые отметки, как в плане, так и по вертикали. Исходными материалами для разбивки служат стройгенплан, рабочие чертежи сооружения и разбивочные чертежи [2].

Геодезической *разбивочной* основой на местности служат следующие пункты и знаки, выносимые на местность: знаки, закрепляющие в плане вдоль трассы (оси) дороги вершины углов поворотов и главные точки кривых, а также точки на *прямых* участках трассы не реже чем через 1 км; реперы вдоль трассы не реже чем через 2 км.

Перед выполнением земляных работ производится детализация геодезической разбивочной основы в следующем составе:

- вынос на границу полосы отвода всех знаков геодезической разбивочной основы;
- разбивка на трассе всех пикетов и плюсовых точек с выноской за границу полосы отвода;
- установление дополнительных реперов у насыпей высотой свыше 3 м (за пределами подошвы), выемок глубиной более 5 м (за бровками откосов), у искусственных сооружений;
- промежуточных реперов на пересеченной местности, на участках комплексов зданий и сооружений дорожной и автотранспортной служб;
- разбивка круговых и переходных кривых с выноской и закреплением промежуточных точек.

В проекте организации строительства и проекте производства работ оговариваются технические решения безопасного производства работ в любое время года, санитарно-гигиенического обслуживания рабочих, освещенности мест производства работ и пожарной безопасности.

Разбивочные работы. После расчистки дорожного полотна производится *разбивка земляных работ*. Разбивка состоит в закреплении на местности характерных точек, определяющих положение земляного полотна: оси полотна, сопряжения откосов насыпей и выемок с поверхностью земли,

высоты насыпей, глубины выемок, ширины и глубины резервов, кюветов и т.д.

Для сохранения разбивочных обозначений во время выполнения механизированных земляных работ все характерные знаки выносят на обрезы. Правильность очертаний полотна во время производства работ проверяется систематическими промерами и нивелировкой [2].

Высотная разбивка производится путем забивки кольев по оси полотна и выноски их не реже чем через 100м на обрезы. На всех кольях выписываются рабочие отметки. На участках невысоких насыпей (примерно до 1,5 м) для удобства последующего контроля, за отсыпкой полотна высотные колья целесообразно выносить по обе стороны так, чтобы они располагались один против другого и имели высоту, равную высоте насыпи. На участках выемок и высоких насыпей, т.е. там, где это теряет практический смысл, колья устанавливаются произвольной высоты. При высотной разбивке насыпей необходимо вносить поправки на устройство присыпных или полуприсыпных обочин, а также на естественную осадку грунта (если в процессе возведения полотна не была достигнута требуемая плотность). При устройстве корыта с присыпными обочинами насыпь устраивается ниже проектной примерно на высоту обочины, точнее на величину X , и шире проектной на величину [2].

При устройстве корыта с полуприсыпными обочинами величина x может быть найдена из равенства объемов вырезаемого грунта в пределах корыта и присыпной части обочин.

После установления высотных отметок разбивка продолжается следующим образом. На участках профилировочных работ, выполняемых автогрейдерами, а также на участках работ грейдер - элеваторов через 10-50 м забиваются колья по наружным бровкам кювета и линиям первого зарезания. Внутренние бровки не разбиваются, так как установленные колья при первых же проходах машин оказались бы сбитыми. Поэтому в процессе производства работ ширина насыпи контролируется систематическими промерами. При большой срочности работ можно ограничиться забивкой кольев только по наружным бровкам кювета, при этом первое зарезание производят на расстоянии 15-30 см от выставленных кольев.

При разбивке насыпей и выемок, сооружаемых бульдозерами и скреперами, забивают колья по линии сопряжения откосов с поверхностью земли.

Для правильной отсыпки насыпей и разбивки выемок в характерных местах линии сопряжения откосов с поверхностью земли могут устанавливаться откосные лекала, показывающие направление откосов. Кроме неподвижных лекал, при разбивке земляного полотна и производстве земляных работ применяют также переносные шаблоны и лекала.

В конце возведения земляного полотна, когда отметки приближаются к проектным, производится повторная проверочная разбивка с инструментальным контролем очертаний полотна и выноской уточненных высотных отметок.

Полоса земли, отведенная для размещения дороги, расчищается от леса, кустарника, пней и крупных камней. Находящиеся в пределах полосы строения, линии связи, электроснабжения, подземные инженерные сооружения переносят на другое место в соответствии с указаниями в проекте.

Расчистка дорожной полосы. Границы срезки плодородного слоя. Работы по расчистке дорожной полосы обычно производят на двух участках (пасеках). Расчищаемую полосу делят на две равные части по ширине. Работы ведут со сдвижкой пасек на расстояние до 50 м для обеспечения безопасности и достаточного фронта работ. На пасеках последовательно выполняют все необходимые технологические процессы: удаление кустарника, валку леса, корчевку пней, засыпку ям и планировку подготовительной полосы.

Расчистка полосы от леса является наиболее трудоемкой работой по подготовке дорожной полосы. Лес убирают в любое время года, но расчистку дорожной полосы целесообразнее вести в зимнее время, в связи с тем, что облегчается проезд по грунтовым дорогам, меньше загруженность транспорта, уменьшается потребность в рабочих для выполнения работ по непосредственному строительству дороги, лучше качество древесины спиленных деревьев. В таком случае, летом осуществляют только корчевание пней.

Валку деревьев осуществляют спиливанием бензomotorными или электрическими пилами. Для обеспечения безопасности перед спиливанием деревьев убирается мешающий кустарник и низкорасположенные сучья. Спеленные деревья очищают от сучьев и транспортируют на промежуточный склад трелевочным трактором со щитом и лебедкой для подтягивания пачки деревьев на щит. Трелевка отдельных деревьев производится тракторами с помощью тросов. Для погрузки деревьев на транспортные средства используют краны с грейферным захватом, бульдозеры с челюстным рабочим органом и специальные лесопогрузчики.

В летний период, при небольшом количестве деревьев, валку леса производят без спиливания бульдозером, который вначале подрезает корни дерева, а затем поднятым отвалом упирается в дерево и валит его целиком вместе с корнями. Корчевку пней производят преимущественно в летнее время с помощью бульдозеров, корчевателей или взрыванием. Пни и сучья с полосы отвода убирают, оставшиеся ямы засыпают грунтом и уплотняют. Поверхность насыпи планируют [10].

Кустарник удаляют с помощью бульдозеров или кусторезов. Для уборки кустарника применяют корчеватели-собиратели. Срезку кустарника кустореза производят в любое время года, но лучшие условия создаются зимой, благодаря закреплению корней и стволов кустарника в промерзшей почве. Летом ножи кустореза могут заглубляться в грунт и затруднять работу. В том случае, если кустарник и небольшие деревья не срезаны за один проход, кусторез проходит вновь полосу в обратном направлении. Срезанный кустарник убирают с полосы кустособирающими в кучи.

Мелкие камни (объемом до 1 м³), встречающиеся на дорожной полосе, удаляют за ее пределы бульдозером, крупные разрушают взрыванием, а затем также удаляют бульдозером.

Камни (валуны), мешающие возведению земляного полотна, должны быть удалены корчевателями-собирающими или бульдозерно-рыхлительными агрегатами. Для захвата и перемещения крупных камней следует использовать цепи или захватные приспособления. Особо крупные камни, которые невозможно удалить целиком, дробят взрывным способом и удаляют по частям.

Собирание в кучи порубочных остатков (обрубленных сучьев, вершин, срезанного кустарника) выполняют корчевателем-собирающим после вывозки с пасеки хлыстов. Места для укладки порубочных остатков выбирают так, чтобы кучи не мешали последующим работам по корчевке пней, вычесыванию корней и возведению земляного полотна. Кучи должны располагаться не ближе 8 м от стены леса.

Порубочные остатки, мелколесье, выкорчеванные пни должны отправляться для промышленной проработки или в места складирования, отведенные органами лесного хозяйства. Сжигание остатков на месте допускается по согласованию с лесхозом и органами пожарного надзора в установленное ими время [10].

Пни допускается оставлять в основании земляного полотна, предназначенного для усовершенствованных облегченных, переходных и низших типов покрытий на дорогах III - V категорий при насыпях более 1,5 м, а также в тех случаях, когда проектом не предусмотрена полная расчистка дорожной полосы (переходы через болота, неустойчивые склоны и т. п.). При насыпях от 1,5 до 2 м пни должны быть срезаны вровень с землей, а при насыпи более 2 м - на высоте от земли.

Корчевку пней следует выполнять корчевателями-собирающими, а при не больших объемах работ - бульдозерами. При корчевке крупных пней с сильно развитой корневой системой в целях облегчения корчевки корни подкапывают и подрубают. Особо крупные пни целесообразно корчевать взрывным способом, для чего привлекают специалистов, имеющих право выполнять буровзрывные работы.

В состав основного комплексного технологического потока по сооружению земляного полотна входят работы по снятию и складированию плодородного слоя почвы.

Границы в плане, толщина снятия и места складирования грунтов плодородного слоя почвы определяются проектом.

Разбивка работ по снятию почвы заключается в выноске в натуру грани срезки используют вешки валов высотой 1-1.5 м устанавливаемые через 20-25м. Контуры валов складирования обозначают кольями; границу срезки до начала работ-бороздой (плугом или рыхлителем).

В целях предупреждения поломки или засыпки, установленные ранее знаки выноса проекта на местность следует защитить ограждениями из трех реек, скрепленных верхними концами «в шатер», или обозначить

специальными вешками. После окончания снятия плодородного слоя почвы установленная для этой работы разбивка снимается.

Все подготовительные работы должны выполняться так, чтобы к началу основных работ был подготовлен необходимый фронт для развертывания этих работ и созданы условия для обеспечения бесперебойной работы землеройных машин [11].

3.5.2 Разработка, перемещения и укладка грунтов в земляном полотне

При возведении земляного полотна ведущие машины выбираются в зависимости от:

- рельефа местности, конструкции земляного полотна;
- дальности перемещения грунта ($L_{\text{пер}}$);
- высоты насыпи ($H_{\text{нас}}$);
- наличия резервов;
- объема и вида грунта;
- наличия средств механизации в организации.

Механизмы для возведения земляного полотна:

Бульдозеры:

- $L_{\text{пер}}$ - до 100 м;
- $H_{\text{нас}}$ - до 1,5-2,0 м.

Прицепные скреперы:

- $L_{\text{пер}}$ - от 100 до 600 м;
- $H_{\text{нас}}$ - любая
- Автоскреперы:
- $L_{\text{пер}}$ - от 600 м до 3 км;
- $H_{\text{нас}}$ - любая

Автовозка: (экскаватор+самосвал)

- $L_{\text{пер}}$ - от 1 км до ∞
- $H_{\text{нас}}$ – любая
- Грейдер-элеватор:
- $L_{\text{пер}}$ - от 300 до 600 м;
- $H_{\text{нас}}$ - до 1,0 - 1,5 м.

Ведущая – машина занятая на выполнении основных технологических операциях (разработка и перемещение грунта).

Вспомогательные машины:

- катки;
- планировщики;
- рыхлители;
- автосамосвалы;
- поливо-моечные машины.

Технологические карты – это разработки, в которых содержатся основные сведения по технологии и организации строительно-монтажных

работ.

В них приводят:

1. Полный перечень технологических процессов;
2. Последовательность их выполнения;
3. Необходимые средства (машины и рабочие);
4. Требуемые материалы;
5. Техничко-экономические показатели;
6. Меры по охране труда и технике безопасности.

Различают типовые и рабочие карты.

При возведении земляного полотна большое внимание уделяют вопросу искусственного уплотнения грунта.

Уплотнение обеспечивает требуемую прочность устойчивость грунтов, в частности требуемые значения модуля упругости, угла внутреннего трения и сцепления.

Уплотнение грунтов. В состав основного комплексного технологического потока по сооружению земляного полотна входят следующие виды работ:

- снятие и складирование плодородного слоя почвы;
- устройство постоянных или временных сооружений, обеспечивающих отвод поверхностных и грунтовых вод;
- подготовка грунтовых оснований под насыпи или конструктивные слои дорожной одежды, включая их выравнивание, уплотнение, устройство дренажей;
- разработка выемок с перемещением грунта в насыпь или отвал;
- возведение насыпей из грунтов, разрабатываемых в выемках или резервах, с послойным разравниванием и уплотнением грунта до требуемой плотности;
- планировка и уплотнение поверхности и откосов земляного полотна;
- укрепление откосов и выемок.

Последовательность и сроки выполнения работ по устройству постоянных дренажных и водоотводных сооружений, досыпке и укреплению обочин, рекультивации карьеров и других территорий временного отвода, ликвидации резервов, временных дорог и площадок устанавливают проект организации строительства (ПОС) с учетом сроков выполнения работ по устройству слоев одежды и других конструктивных элементов [10].

При строительстве дорог в особых условиях (вечная мерзлота, болота, пустыни, скальные, засоленные, слабые грунты и др.) состав работ по сооружению земляного полотна может быть изменен или дополнен.

В целях обеспечения технологической однородности и поточной организации работ каждый технологический слой насыпи целесообразно устраивать по всей ширине с непрерывным чередованием операций отсыпки, выравнивания и уплотнения и минимальным разрывом до устройства последующего слоя [10].

При ширине слоя более 30м допускается выделять две продольные захватки с поочередным выполнением операций.

Порядок разработки выемок устанавливают исходя из наиболее эффективного использования ведущих машин и непрерывного обеспечения поверхностного водоотвода.

Для устройства устойчивого земляного полотна необходимо:

- использовать устойчивые грунты;
- обеспечивать устойчивость основания под насыпью;
- правильно расположить грунты в земляном полотне;
- добиться требуемой степени уплотнения;
- обеспечить устойчивость насыпи на косогорах;
- обеспечить отвод поверхностных и грунтовых вод от земляного полотна;
- укрепить откосы земляного полотна.

К сосредоточенным работам относятся работы:

- по строительству земполотна на отдельных участках с объемом земляных работ на 1 км, превышающим средний объем земляных работ на дороге в 3 и более раз, или резко отличающихся повышенной сложностью производства и трудоемкостью от работ на смежных участках (переходы через болота, оползневые склоны, слабые грунты, мостовые сооружения и др.).

К линейным работам относятся: сооружение земляного полотна при небольшой высоте насыпей и небольшой глубине выемок, постройка оснований, покрытий, устройство ограждений, установка дорожных знаков, постройка железобетонных труб и малых мостов, которые строятся заранее. Объемы линейных работ на каждом километре одинаковы. При производстве земляных работ должны применяться способы и средства механизации, обеспечивающие выполнение заданных объемов работ в установленные сроки с высоким качеством, наименьшей стоимостью и трудоемкостью.

Ведущими машинами для производства земляных работ следует считать машины, осуществляющие разработку грунта и его транспортировку к месту укладки, а вспомогательными – выполняющие остальные работы (срезка растительного грунта, разравнивание грунта в насыпи, его уплотнение, отделочные и другие работы) [14].

Процесс возведения насыпей в основном состоит из последовательной укладки грунта. Доставленный на место строительства насыпи грунт укладывают в определенном порядке в зависимости от рельефа местности, конструкции земполотна и других факторов. Обычно укладку грунта ведут таким образом, чтобы получился ровный слой определенной толщины, который сравнительно легко можно уплотнить. Последовательно укладывая, слой грунта один на другой доводят насыпь до нужной высоты (проектной отметки). Такой способ устройства насыпи называется *способом послойной отметки*.

Основное достоинство этого способа – возможность получать насыпи с требуемой плотностью грунта в любой ее части. Также послойная укладка грунта позволяет вести отсыпку насыпи из разных грунтов. При послойном способе отсыпки насыпи основные работы ведут на двух участках одинаковой длины: на одном – создают слой грунта, на втором – уплотняют его. Затем при операции меняются местами, и так происходит до полной отсыпки насыпи. Длину участков работы принимают такой, чтобы в течении смены полностью закончить насыпь.

В тех случаях, когда возведение земполотна необходимо на участках пересечения болота или оврага с крутыми склонами, произвести послойную укладку грунта становится невозможно. Тогда применяют *способ отсыпки насыпи с головы*.

При этом способе с самого начала насыпь осыпают до проектной отметки. А наращивание ее происходит непрерывно в торце до тех пор, пока она не пересечет весь участок болота или оврага. Основным недостатком этого способа невозможность уплотнения грунта всей насыпи. Уплотнение происходит в результате постепенной осадки насыпи и влияния других естественных факторов [10].

В условиях равнинной или слабопересеченной местности земляное полотно представляет собой невысокие насыпи 0,6-0,8м. Для устройства таких насыпей требуется мало грунта. Стоимость этих работ наиболее дешевая, но не рациональная, и впоследствии требуется рекультивация земель, отведенных под временные резервы. Как правило, возведение насыпей из боковых резервов осуществляется бульдозерами и грейдерами.

3.5.3 Отделочные и укрепительные работы

Отделочные работы. Земляное полотно окончательно отделывают и засевают откосы травой по мере готовности участков, а при выполнении работ зимой - после оттаивания грунтов. В период отделочных работ ликвидируют все временные въезды и съезды [10].

Присыпные обочины устраивают после постройки покрытия. Для подвозки грунта на обочину наиболее удобны автомобили-самосвалы с боковой разгрузкой; грунт для присыпной обочины может быть взят из резерва грейдер - элеватором или бульдозером. Для устройства присыпных обочин наиболее целесообразны машины, которыми грунт, срезанный с откосов, перемещается на обочину.

Укрепительные работы. Основными видами укрепления откосов является механизированный посев многолетних трав, обеспечивающий наиболее экономичное и быстрое создание прочного дернового покрова, или гидропосев.

Одерновку, как правило, выполняют весной и осенью. Это можно делать и летом, но в местностях с влажным климатом и с длительными дождевыми периодами, а также при обеспечении искусственных поливов укрепленных откосов [23].

Для гидропосева многолетних трав применяют гидросеялки, смонтированные на шасси автомобиля. Рабочая смесь состоит из семян многолетних трав, минеральных удобрений, пленкообразующих и мульчирующих материалов и воды.

Окончательную планировку поверхности земляного полотна с приданием установленных проектом поперечных уклонов и до уплотнение поверхностного слоя, планировку и укрепление откосов следует производить сразу после окончания возведения земляного полотна. Все нарушения поверхности земляного полотна, вызванные построечным транспортом и осадками, следует устранить непосредственно перед устройством дорожной одежды.

Планировку и укрепление обочин необходимо выполнять вслед за устройством дорожной одежды. При этом следует ликвидировать все временные въезды и съезды.

Водоотводные канавы и кюветы необходимо укреплять сразу же по мере их устройства [21].

Планировку и укрепление откосов высоких насыпей и глубоких выемок (включая устройство дренажей) следует производить сразу же после окончания сооружения их отдельных частей (ярусов).

При укреплении откосов путем посева трав по слою растительного грунта необходимо откосы выемок, разработанных в плотных глинистых грунтах, разрыхлять перед укладкой растительного грунта на глубину 10-15 см.

Гидропосев многолетних трав следует производить на предварительно увлажненную поверхность откосов или обочин.

При укреплении откосов сборными решетчатыми конструкциями их монтаж необходимо выполнить снизу вверх после устройства упорной бетонной бермы. По окончании монтажа необходимо заполнить ячейки растительным грунтом (с последующим посевом трав), каменными материалами или грунтом, обработанным вяжущим.

Укрепление откосов с использованием *геотекстиля* следует выполнять в последовательности: укладка полотен геотекстиля раскаткой рулонов сверху вниз по откосу с перекрытием полотен на 10-20 см и закреплением в пределах обочин; отсыпка растительного грунта с посевом трав; устройство дренирующего слоя и монтаж сборного крепления на подтопляемых участках откосов.

При нарушении местной устойчивости неукрепленных откосов выполняют профилирование их поверхности и укрепление. Укрепление травой используется для защиты неподтопляемых или кратковременно подтапляемых откосов от водной и ветровой эрозии, для лечения и предотвращения сплывов, оплывин и других нарушений местной устойчивости в районах с благоприятными условиями для прорастания трав и развития корневой системы. Травосеяние может использоваться и в комплексе с другими методами укрепления, например, решетчатыми конструкциями, геовебами. Разновидностью этого метода можно считать

одерновку. Наиболее технологичным является биологическое укрепление с помощью геоматериалов с включенными в их структуру семенами трав оптимального состава или травосеяние с покрытиями из геоматериалов, обеспечивающими защиту прорастающих семян. На подтопляемых откосах с невысокими скоростями потока и малой высотой подтопления возможно биологическое укрепление в виде посадки кустарника, плетневого прорастающего укрепления, прорастающей выстилки, фашинные конструкции [30].

Георешетка – геосинтетик, который представляет собой объемную конструкцию, состоящую из скрепленных между собою лент. Этот нетканый материал также называют геоячейками, геосотами, и предназначается он для укрепления откосов и оснований (рисунок 3.20).



Рисунок 3.20 – Укрепление откосов георешеткой

Главным параметром георешетки считается высота ребра, которая колеблется от 50 до 200 мм, и размер ячеек – 160-320 мм (рисунок 3.21). Эти параметры подбирают в зависимости от крутизны склона и типа насыпного материала.



Рисунок 3.21 – Георешетка

Главные преимущества геосинтетика:

- высокая прочность и гибкость одновременно;
- георешетка оснащена усиленными сварными швами, что отличает ее от других видов материалов;
- это геоизделие не боится беспощадного воздействия матушки природы: стойко переносит воздействие прямых солнечных лучей, перепадов температур, дождей и морозов. Кислотно-щелочная среда почвы также не оказывает никакого действия на него;
- георешетка непривлекательна для паразитов, грибов и гнили;
- экологически чистый и безопасный материал;
- георешетку тяжело повредить механически, это износостойкий материал;
- долговечность.

Объемная георешетка выпускается в двух вариантах: изделие с перфорацией и без нее. Перфорация обеспечивает лучший дренаж и применяется для укрепления крутых склонов. Неперфорированным материалом армируют основания [22].

Универсальность применения. Георешетка – многофункциональный материал, который применяется во многих областях строительства для:

- армирования практически всех типов почв, в том числе неоднородных и рыхлых;
- озеленительных работ на ландшафтных участках, включая укрепление газонов, автопарковок, спортивных площадок;
- фиксации и укрепления оснований дорожного полотна;
- защиты склонов от губительного воздействия осадков и ветра;
- предотвращения размывания прибрежных участков;
- монтажа подпорных конструкций.



Рисунок 3.22 – Геосетка

Геосетка – рулонный материал из геонитей, предназначенный для распределения нагрузки по всей площади основания. Чаще всего используется при дорожном строительстве для укрепления дорожного полотна, также как армировка для откосов. Благодаря своей способности обеспечивать отличное сцепление различных материалов и износостойкости, ее минимальный срок службы составляет 25 лет. Стандартный размер геосетки 2×5 м (рисунок 3.22).

Основные преимущества:

- быстрый монтаж и уменьшение затрат на другие строительные материалы для наполнителя;
- продолжительный срок службы финальной конструкции;
- легко выдерживает неравномерную усадку, поддерживает почву при заморозках и таянии снега;
- рабочий диапазон температур -70 до + 70 °С, что очень актуально для нашего переменчивого климата и суровых морозов;
- высокая износостойкость;
- химическая, биологическая и устойчивость обеспечивает массу возможных вариантов применения;
- гибкость и способность удлиняться при разрыве;
- экобезопасность;
- легко пропускает влагу и не препятствует росту зеленых насаждений.

Материал этот производят двух типов, выбирать его нужно в зависимости от того, что вы будете укреплять [16].

Так, двуосная сетка – плоский материал с ячейками в виде прямоугольников. Ее используют преимущественно для укладки автомобильного полотна, его реконструкции и защиты от больших нагрузок, также для армирования конструкций из бетона.

Одноосный вариант сетки подойдет для обустройства крутых откосов,

строительства дамб, защиты склонов от оползней, укрепления слабых грунтов.

При применении геотекстиля с обработкой его вяжущим работы следует выполнять в таком порядке: планировка поверхности укрепляемого откоса; укладка полотна геотекстиля с закреплением его кромок штырями или присыпкой валиком из песка; поливка полотна вяжущим, например, битумной эмульсией; посыпка песком [11].

Стык геотекстиля с прилегающими сборными или монолитными бетонными элементами крепления необходимо осуществлять путем заведения полотна под элемент или приклеивания геотекстиля горячим битумом к поверхности элемента.

При укреплении подтопляемых откосов, конусов, дамб сборными плитами предварительно должен быть уложен материал обратного фильтра или выравнивающего слоя. Плиты необходимо укладывать снизу вверх. В зимний период подготовленная поверхность откоса должна быть очищена от снега и льда.

При укреплении откосов гибкими бесфильтровыми железобетонными покрытиями из блоков их следует укладывать на откосе снизу вверх впритык друг к другу. В случае, когда проектом предусмотрено закрепление блоков с помощью анкерных свай, укладывать блоки следует сверху вниз. Просвет между соседними блоками не должен превышать 15 мм.

При укреплении откосов цементобетоном методом пневмонабрызга предварительно необходимо уложить металлическую сетку и закрепить ее анкерами. Набрызг следует выполнять снизу вверх с последующим уходом за цементобетоном.

Укрепление откосов методом «Габион». Габионы или ГСИ (габионные сетчатые изделия) – это изделия из проволочной крученой сетки с шестиугольными ячейками. Область применения:

1. Строительство речных и морских берегоукреплений;
2. Строительство каналов;
3. При работах по ландшафтному дизайну;
4. Для укрепления склонов.

Срок службы габионов составляет:

- из проволоки с цинковым покрытием - 35 лет;
- из проволоки с покрытием гальфан - 75 лет;
- из проволоки с цинковым и полимерным покрытием - не менее 75 лет;
- расчетный срок службы металла согласно, оценки допустимой расчетной нагрузки в соответствии со стандартом BS 8006 составляет 100 лет [27].



Рисунок 3.23 – Габионы

При изготовлении габионов (рисунок 3.23) используется сталь углеродистая обыкновенного качества, проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения, проволока стальная.

Геотекстиль – геосинтетический материал, представляющий собой водопроницаемый материал из полиэстера или полипропилена. Материал не подвержен гниению, воздействию грибка и плесени. Чаще всего геотекстиль, используют при возведении габионных конструкции в качестве обратного фильтра. Основная роль геотекстиля – способствование кольматации пористых габионных конструкций и, как следствие, общей консолидации сооружения [27].

При устройстве обочин необходимо устранить деформации земляного полотна по всей площади обочин, досыпать грунт до установленного проектом уровня, спланировать и уплотнить.

Технология устройства на обочинах покрытий из монолитного и сборного цементобетона, асфальтобетона, битумоминеральной смеси, черного щебня, щебеночных (гравийных), грунтощебеночных (грунтогравийных) материалов аналогична технологии устройства из этих материалов оснований и покрытий дорожных одежд.

Монолитные бетонные водоотводные лотки следует устраивать механизированным способом с использованием навесного оборудования к машине для укладки укрепительных полос. Кромка лотка не должна превышать кромку покрытия в месте продольного стыка [8].

Деформационные швы при устройстве лотков следует нарезать в свежееуложенном бетоне с помощью металлической рейки, разрешается устраивать швы в затвердевшем бетоне однодисковым нарезчиком.

3.5.4 Строительство сооружений дорожного водоотвода и водосточно-дренажных систем аэродромов

Устройства водосточно - дренажных систем аэродромов. Для сбора и отвода поверхностных и подземных вод в зависимости от климатических и гидрологических условий на аэродромах следует устраивать водоотводные и дренажные системы.

Водоотводные системы следует предусматривать для участков аэродромов с глинистыми грунтами, а также для участков, располагаемых в условиях опасности размыва.

Для участков с песчаными, супесчаными и другими хорошо фильтрующими грунтами, а также в V дорожно-климатической зоне водоотводные системы надлежит предусматривать выборочно.

Размеры поперечных сечений элементов водоотводных систем (труб, лотков, канав) и их проектные уклоны устанавливают на основании гидравлического расчета. Заглубление труб водоотводной и дренажной системы устанавливают на основе расчета их на прочность от воздействия эксплуатационных нагрузок [30].

При устройстве водоотводных и дренажных систем следует руководствоваться требованиями нормативных документов на наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации, а также необходимо учитывать перспективы развития элементов аэродрома и соблюдать следующие правила:

- протяженность линейных сооружений водоотвода и дренажа должна быть минимальной;
- прокладка коллекторов под аэродромными покрытиями допускается в виде исключения;
- сброс воды из водоотводных и дренажных систем должен производиться в естественный водоем или на поверхность рельефа, при этом должны выполняться требования охраны окружающей среды.

Водоотводные и дренажные системы могут включать следующие элементы: нагорные канавы, открытые лотки в покрытиях, грунтовые лотки, смотровые, дождеприемные и тальвежные колодцы, коллекторы, дренирующие слои, закомочные и экранирующие дрены, трубчатые перепуски и осушители, проектирование которых должно выполняться в соответствии с требованиями Строительных правил по проектированию и строительству аэродромов.

Коллекторы следует располагать вдоль кромок аэродромных покрытий на расстоянии от 10 до 15 м от них.

Водоотводные канавы следует располагать за пределами летного поля аэродрома, как правило, по кратчайшим расстояниям от выходных оголовков коллекторов до водоприемников.

Устройство дренажных систем на автомобильных дорогах. В состав дренажных систем на автомобильных дорогах входят:

- горизонтальный закомочный дренаж;

- откосный дренаж;
- подкюветный дренаж;
- дренажные прорези;
- вертикальный дренаж;
- застенный дренаж.

В случае необходимости сбора и отвода не только поверхностных вод, но и понижения уровня грунтовых вод, в составе водоотводных сооружений следует предусматривать устройство дренажных колодцев.

Дренажный колодец должен быть устроен в виде емкости, в которую стекает собранная дренажными трубами вода, в проекте может быть один или несколько колодцев для локального сбора и распределения воды, а также контроля и профилактики дренажной системы

Для понижения грунтовых вод под подошвой земляного полотна из дренажей закрытого траншейного типа следует применять трубчатые подкюветные дренажи. Если водоупорный слой залегает на глубине до 0,4 м от бровки земляного полотна, следует устраивать совершенный дренаж с полным перехватом грунтового потока. При более глубоком залегании водоупорного слоя устраивается несовершенный дренаж (висячий) [28].

Дренаж совершенного типа должен иметь дренирующую обсыпку сверху и с боков (рисунок 3.24). Дренирующая обсыпка дренажа несовершенного типа должна выполняться замкнутой (рисунок 3.25). Если часть водоносного пласта, расположенная над дренажом, состоит из песчаных грунтов с коэффициентом фильтрации меньше 5 м/сутки, то нижнюю часть траншеи следует засыпать песком с коэффициентом фильтрации более 5 м/сутки.

Для понижения уровня грунтовых вод и осушения слабого основания насыпи следует устраивать вертикальные прорези и дрены.

Земляные работы при устройстве дренажных систем

Монтаж дрен, осушителей и собирателей. Монтаж дрен, осушителей и собирателей включает в себя подготовительные, основные и завершающие работы.

К подготовительным работам при монтаже дрен, осушителей и собирателей относятся:

- расчистка поверхности грунта в пределах строящегося объекта, в соответствии с проектом производства работ (ППР);
- разбивка осевых линий осушителей и дренажей, в соответствии с ППР;
- разметка местоположения колодцев, в соответствии с ППР;
- устройство временных подъездных путей [29].

При монтаже дрен, осушителей и собирателей выполняют следующие основные работы:

- разбивочные работы;
- разработка траншеи;
- уплотнение грунта вибротрамбовками или виброплитами (при

песчаных грунтах);

- укладка геотекстильного материала по периметру траншеи;
- обертывание дренажных труб фильтровой тканью с последующей укладкой на подготовленное основание траншеи;
- проверка правильности укладки труб с помощью нивелира (визира);
- обсыпка щебнем фракции 5-20 мм с применением экскаватора или погрузчика;
- устройство противозаиливающей прослойки над фильтрующей засыпкой из геотекстильного материала;
- засыпка фильтрующим песком;
- засыпка местным грунтом с уплотнением вибротрамбовками или виброплитами;
- ввод и перепуск дренажных труб в смотровые колодцы и омоноличивание стыков.

Устройство обратной засыпки. Вид обратной засыпки определяется требованиями проектной документации.

Дренирующие обсыпки, в соответствии с составом дренируемых грунтов, должны быть однослойными или двухслойными с применением системы обратного фильтра.

Засыпку песком труб дренажей необходимо выполнять экскаватором-планировщиком с разравниванием песка вручную и уплотнением его трамбовками, при этом должна быть обеспечена сохранность стыков.

Дренирующие обсыпки, в зависимости от проекта, могут иметь прямоугольное или трапецеидальное очертание в поперечном разрезе. Обсыпки трапецеидального очертания насыпают без щитов с откосами 1:1. Обсыпки прямоугольного очертания устраивают с помощью инвентарных щитов [4].

Двухслойные дренирующие обсыпки рекомендуется делать прямоугольного очертания с помощью инвентарных щитов. Толщина одного слоя дренирующей обсыпки должна быть не менее 15 см.

Устройство горизонтального закромочного дренажа. Основные технологические операции при устройстве горизонтального закромочного дренажа следующие:

- устройство ровика вдоль кромки проезжей части с помощью средств малой механизации или автогрейдера;
- укладка дренирующего материала (под дренирующие элементы) с помощью бульдозера;
- устройство основания;
- устройство в трубах водоприемных дренажных отверстий (при необходимости);
- укладка секций дренажных труб с помощью грузоподъемных механизмов или вручную;
- обертывание стыков труб фильтрующими тканями или соединение кольцевыми полимерными трубами;

- засыпка вручную труб щебеночным или гравийным материалом и уплотнение ручными трамбовками;
- досыпка местным грунтом с помощью бульдозера с послойным уплотнением трамбовками.

Устройство ровика следует начинать с мест выпуска воды из дренажной системы. Заканчивается строительный процесс устройством водоприемника [28].

В качестве фильтров в дренажных системах следует применять иглоприбивные геотекстильные материалы. Допустимая фильтрующая способность их должна составлять 60-100 м/сутки, минимальное значение прочности 50-70 Н/см. Конструкции продольных дренажей с применением геотекстильных материалов указаны на рисунке 3.24 (а-в), поперечных на рисунке 3.25.

Устройство откосного дренажа. Для исключения избыточного увлажнения земляного полотна и его откосных частей проектом должно быть предусмотрено устройство дренажных систем, включающих подкюветный дренаж и присыпной откосный дренаж (в выемках).

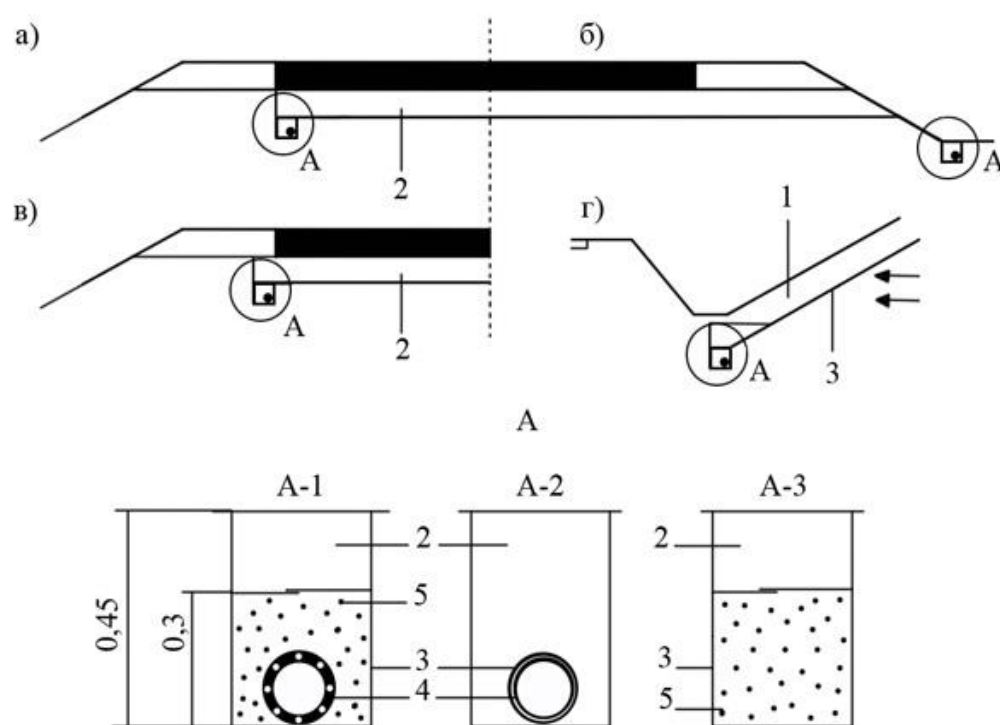


Рисунок 3.24 – Конструкция продольных дренажей с применением геотекстильных материалов

- 1 – растительный грунт, 2 – песок, 3 – геотекстильный материал,
4 – трубчатая дрена, 5 – гравийно-щебеночный материал

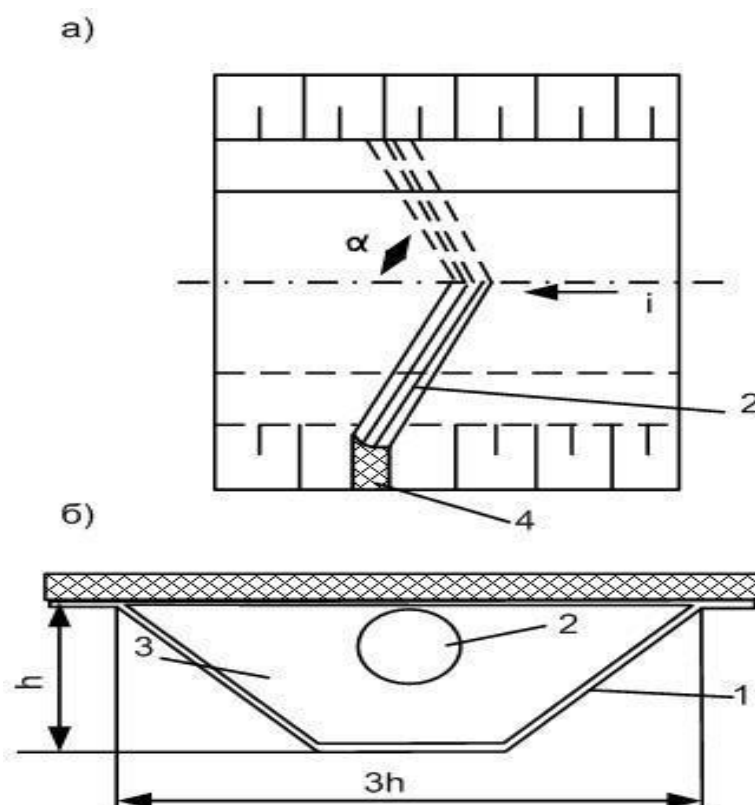


Рисунок 3.25 – Поперечный трубчатый дренаж: а - план, б – продольный разрез по оси дороги 1 – геотекстильный материал, 2 – трубчатая дрена, 3 – гравийно-щебеночный материал, 4 – укрепление откоса

Нижняя часть присыпного откосного дренажа должна быть расположена на полке. При этом должна обеспечиваться водонепроницаемость основания под дренажными элементами путем устройства экранов из водонепроницаемых материалов [28].

Устройство откосного дренажа необходимо начинать сразу после разработки соответствующего яруса выемки.

Возле подошвы откоса следует отрыть траншею глубиной от 0,3 до 0,5 м. Ее дно и откосы должны быть гидроизолированными, должен быть оставлен выпуск для нижнего уровня водоносного горизонта.

В траншею укладывают дренажные элементы с обратными фильтрами. Затем следует отсыпать слои дренажа в соответствии с проектом. После отсыпки верхнего защитного слоя поверхность откоса планируется и укрепляется (по проекту).

В откосных дренажах выемки при выклинивающихся водоносных грунтах следует комбинировать нетканые иглоприбивные геотекстильные материалы с замыкающим слоем из растительного или дренирующего грунта толщиной 10-30 см.

Дренаж совершенного типа закладывается на водоупоре. Грунтовые воды поступают в дренаж сверху и с боков, поэтому он должен иметь дренирующую обсыпку сверху и с боков (рисунок 3.26).

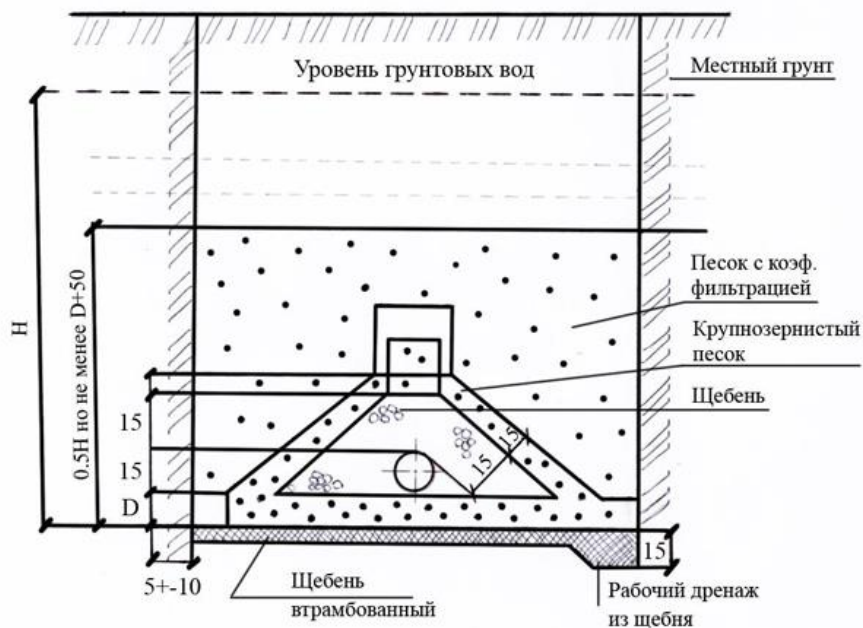


Рисунок 3.26 – Трапециедальная засыпка дренажа совершенного типа

Дренаж несовершенного типа закладывается выше водоупора. Грунтовые воды поступают в дренаж со всех сторон, поэтому дренирующая обсыпка должна выполняться замкнутой (рисунок 3.27).

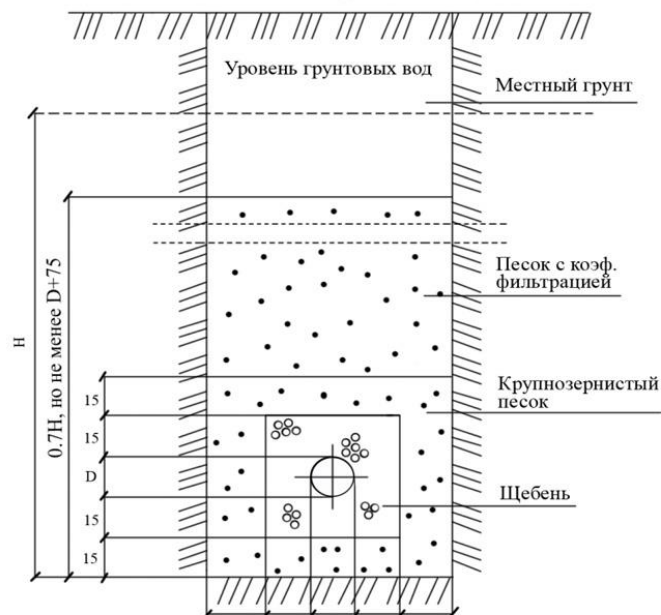


Рисунок 3.27 – Прямоугольная засыпка дренажа несовершенного типа

Устройство подкуветного дренажа. Если поток грунтовой воды направлен поперек дороги, то совершенный дренаж устраивается с одной стороны - нагорный (рисунок 3.28).

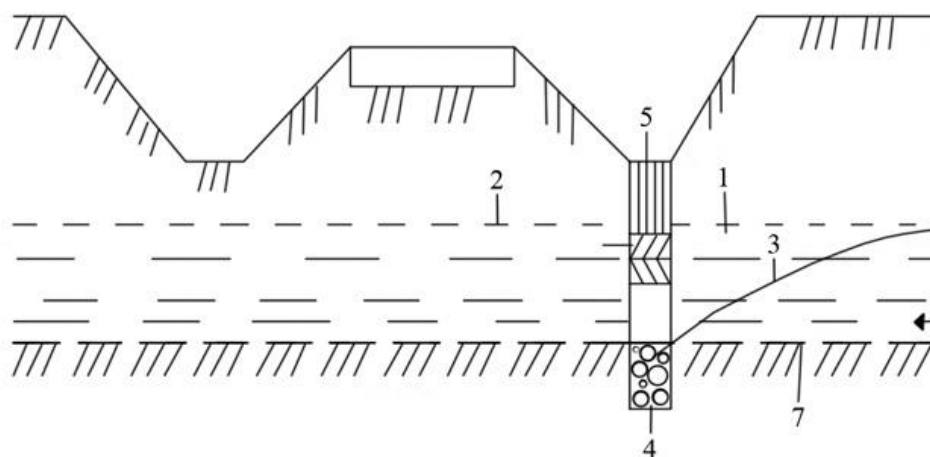


Рисунок 3.28 – Подкюветный односторонний совершенный дренаж
 1 – водоносный слой; 2 – уровень грунтовых вод до снижения; 3 – кривая депрессии после устройства дренажа; 4 – дренаж; 5 – замок из глины; 6 – геотекстиль; 7 – водоупорный слой.

Подготовительные работы при устройстве подкюветного дренажа:

- ось траншеи закрепить вехами;
- при притоке подземных вод более 1 л/с предварительно осушить участок с помощью специальных установок (иглофильтровые);
- при меньшем притоке воды на дне траншеи устроить приямки, из которых откачивается вода. Перед укладкой труб приямки следует засыпать щебнем и его уплотнить.

Сопутствующие работы при устройстве подкюветного дренажа:

- вынутый грунт из траншеи укладывать в виде вала вне полосы призмы обрушения, чтобы обеспечить свободное передвижение землеройных машин. В стесненных условиях не менее 50% объема вынутого грунта необходимо вывезти для дальнейшего его использования;
- в случае перехвата водоносного слоя с низовой стороны необходимо устройство водонепроницаемого экрана;
- при отсутствии иглофильтровых установок в траншее по мере готовности вверх по уклону дренажа необходимо устанавливать шпунтовые переемы или организовывать водоотлив [7].

Технология устройства трубчатого подкюветного закрытого дренажа должна включать следующие операции:

- срез растительного слоя бульдозером или автогрейдером;
- разработку траншеи экскаватором с обратной лопатой, начиная с места выпуска воды из дренажа. При глубокой траншее и неустойчивых грунтах необходима установка креплений распорками;
- зачистку дна траншеи вручную;
- устройство подушки (песчаной или грунтощебеночной);
- уплотнение грунта подушки трамбовками;
- монтаж дренажных труб;

- изоляцию и герметизацию стыков звеньев труб;
- послойную засыпку трубы щебнем крупной, а затем мелкой фракции на высоту три четверти глубины траншеи;
- устройство фильтрующего слоя из песка;
- укладку слоя глинистого грунта;
- уплотнение глинистого грунта трамбовками;
- засыпку траншеи слоем растительного грунта.

Устройство дренажных прорезей. Дренажные прорези следует использовать для осушения слабой толщи под подошвой насыпи. Размеры прорезей и их расположение, рассчитанные по специальной методике, должны быть указаны в проекте.

Технологические операции и их последовательность при устройстве дренажных прорезей под подошвой насыпи показаны на рисунке 3.29. В этом случае заполнение прорезей ведется одновременно с возведением первого слоя насыпи [30].

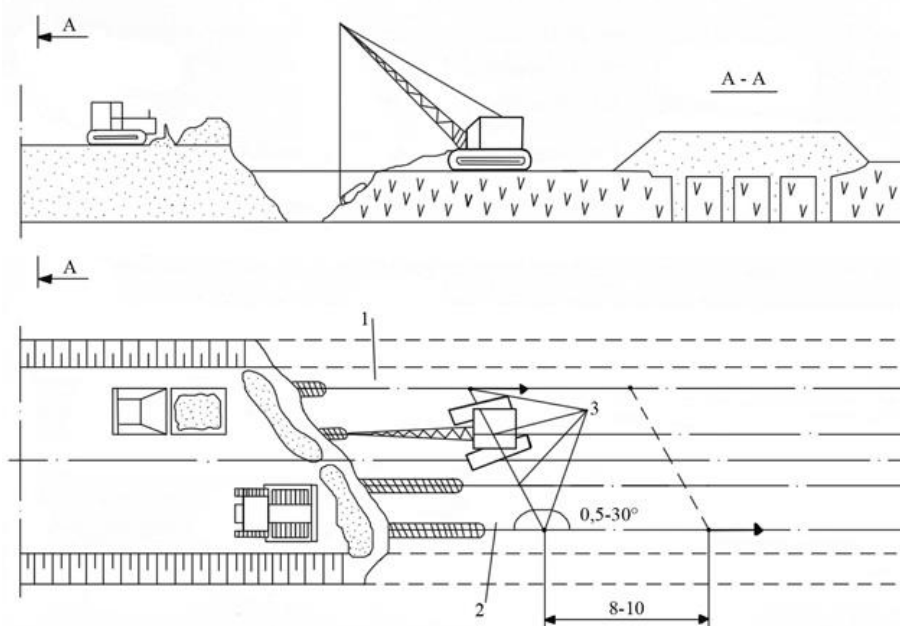


Рисунок 3.29 – Схема организации работ по устройству дренажных прорезей с использованием экскаватора

1 – первая захватка; 2 – вторая захватка; 3 – стоянки экскаватора

Дренажные прорези закладываются под кюветами или за кюветами, а также на косогорах выше земляного полотна. Прорези должны устраиваться при возведении насыпи из переувлажненных глин или отсыпки насыпи в зимнее время для ее осушения до возобновления строительных работ [28].

До устройства прорези размечается ее ось, которая отмечается вехами.

Для отрывки траншеи следует использовать одноковшовый экскаватор. При работе на слабых грунтах необходимо предусмотреть применение

сланей из инвентарных переносных щитов.

Технология устройства прорезей аналогична технологии устройства каналов и канав.

Движение строительной техники при устройстве прорезей следует организовывать по следующей схеме:

- экскаватор, работая на первой захватке, отрывает прорезь на проектную глубину;
- в это время на второй захватке бульдозер заполняет отрытые траншеи песком из заранее подготовленного вала;
- на первую захватку привозят песок.

Длина захватки принимается летом 8 - 10 м, зимой 5 - 6 м с одной стоянки. На другую стоянку экскаватор должен переходить под углом в 45° - 60° к оси дороги.

При работе на слабых грунтах используется экскаватор болотной модификации с удлиненным транспортером. В этом случае величина рабочей захватки назначается в зависимости от состояния грунта и погодных условий.

В процессе отрывки прорези следует контролировать проектные геометрические размеры траншеи: глубина, ширина, уклон дна. Также необходимо следить за устойчивостью вертикальных стен траншеи и в случае необходимости проводить их укрепление [30].

Прорезь послойно заполняется песчаным грунтом (с коэффициентом фильтрации не менее 5 м/сутки) с помощью бульдозера с послойным трамбованием. Для того, чтобы следить за работой прорезей, следует устраивать смотровые колодцы.

После окончания устройства прорезей насыпь и ее конструктивные части возводятся с соблюдением требований проекта к ее геометрическим параметрам и степени уплотнения грунта [6].

Устройство вертикального дренажа. При неоднородном строении водоносного пласта наряду с горизонтальным дренажом проектом должно быть назначено устройство вертикального дренажа.

Устройство земляного полотна с вертикальными дренами должно включать следующие технологические операции:

- устройство песчаной подушки;
- устройство дрен;
- возведение насыпи.

Для устройства вертикальных дрен могут быть применены следующие конструктивно-технологические решения:

- пробивка скважины специальным рабочим органом и засыпка скважины песком;
- вибропогружение обсадной трубы с раскрывающимся наконечником, ее заполнение песком и извлечение трубы;
- бурение скважин и засыпка их песком;
- погружение дренажных лент.

Технологическая схема строительства перехода через отложения

слабых грунтов с применением вертикальных дрен приведена на рисунке 3.30.

Проходку вертикальных скважин следует выполнять с таким расчетом, чтобы устье (верхний конец) вертикальной дрены располагался ниже уровня грунтовых вод. Дно скважины следует засыпать гравием или щебнем слоем не менее 15 см.

При сочетании вертикального дренажа с горизонтальным дренажем устье вертикальной дрены должно быть выше отметки горизонтальной дрены на 15 см.

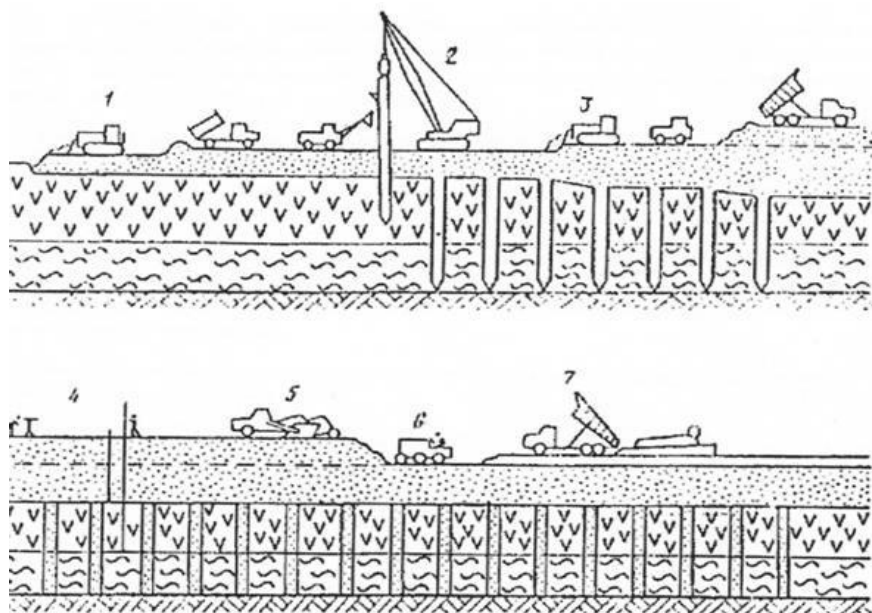


Рисунок 3.30 – Технологическая схема строительства перехода через отложения слабых грунтов с применением вертикальных дрен

- 1 – надвигка бульдозером рабочего слоя; 2 – устройство дрен с загрузкой песком; 3 – наращивание земляного полотна до проектной отметки и устройство временной пригрузки; 4 – контроль осадки; 5 – снятие пригрузочного слоя; 6 – доуплотнение земляного полотна; 7 – устройство одежды

При устройстве трубчатого дренажа в скважину устанавливается вертикальная труба, которая заполняется гравием или щебнем. В зависимости от способа устройства скважины для дренажа, опускание трубы может быть совмещено с удалением грунта из скважины. Нижний конец вертикальной трубы входит в слой гравия или щебня на дне скважины.

Пространство между трубой и грунтом заполняется крупнозернистым песком [5].

Поглощающий колодец должен быть заглублен ниже водопоглощающего слоя. Для предотвращения засорения отверстий трубы ее следует обернуть геотекстильным фильтрующим материалом.

Из современного парка бурильных установок рекомендуется

использовать бурильную машину БГМ-1М, установку роторного бурения УРБ-2М, универсальную бурильную машину УБМ-85 или другие аналогичные машины [30].

Схема устройства вертикального дренажного колодца представлена на рисунке 3.31.

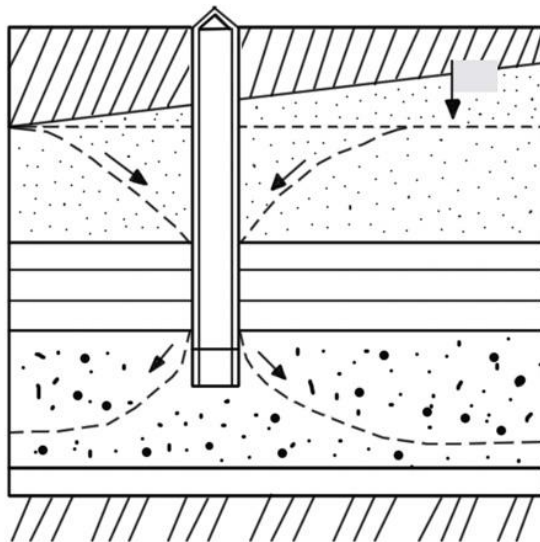


Рисунок 3.31 – Схема устройства дренажного колодца

Для соединения элементов в колодце и присоединения к нему дренажных труб следует применять резиновые манжеты.

Устройство застенного дренажа. Устройство застенного дренажа следует применять для отвода воды от подпорных стен (сборных или монолитных) и от удерживающих конструкций (буронабивные сваи со сборными облицовочными плитами и др.). Необходимость устройства застенного дренажа и его конструкция должны быть определены проектом.

Технология сооружения застенного дренажа в конструкциях сборных и монолитных подпорных стен должна включать:

- формирование на тыльной (обращенной к грунту) поверхности стены и ее отдельных элементов продольных и поперечных каналов;
- устройство в ее нижней части дренирующих окон;
- навешивание на стенку полотнища из геотекстильного материала;
- укладку в основание стены на уровне дренажных окон перфорированной трубы;
- обертывание нижнего конца полотнища вокруг дренажной трубы и его фиксацию;
- засыпку застенного пространства местными грунтами.

Устройство продольных и поперечных каналов следует выполнять в процессе бетонирования стены.

Навешивание полотнищ геотекстильного материала необходимо выполнять путем их крепления к арматурным выпускам, заранее устроенным через 0,5-0,7 м в подпорной стене на уровне верха полотнищ геотекстиля,

или при помощи Г-образных скоб с тросами и присоединенных к тросам стержней, к которым крепятся специальной проволокой верхний конец полотнищ. Скобы и стержни следует снимать после засыпки грунта в застенное пространство до уровня верха полотнищ. Схема навешивания полотнищ из геотекстильного материала приведена на рисунке 3.32.

Перфорированные дренажные трубы необходимо располагать вплотную к стене. Нижние концы полотнищ заворачиваются на трубу или обертываются вокруг нее и присыпаются грунтом. Контакт дренажных труб с грунтом не допускается [6].

При устройстве застенного дренажа из полотнищ, расположенных друг от друга на расстоянии, все операции повторяются. Дренажную трубу между полотнищами следует заключать в оболочку из геотекстильного материала.

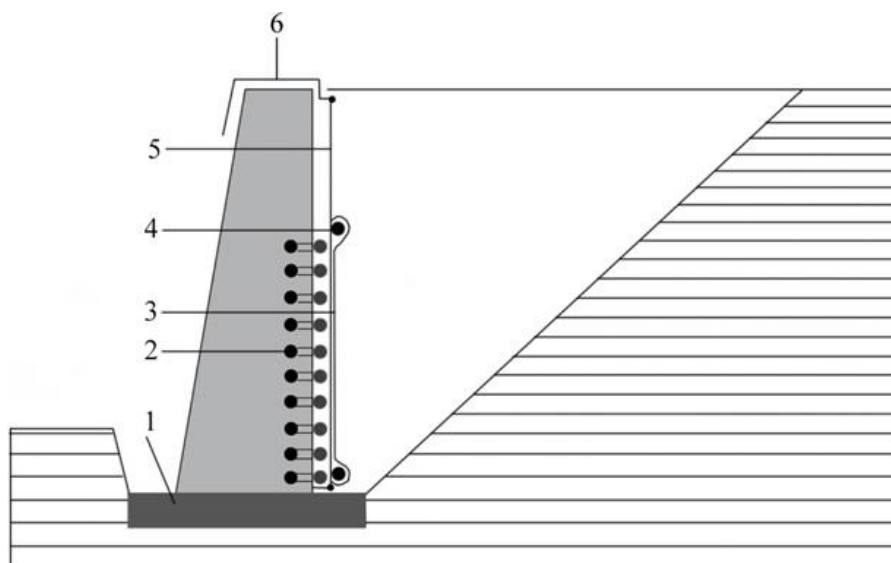


Рисунок 3.32 – Схема полотнища из геотекстильного материала

1 - дренажное окно, 2 – канал, 3 – геотекстиль, 4 – стержень, 5 – трос,
6 – скоба

Технология устройства застенного дренажа в удерживающих конструкциях из буронабивных свай со сборными облицовочными плитами должна включать:

- навешивание на буронабивные сваи полотнищ из геотекстильного материала (по проекту);
- монтаж облицовочных плит с креплением полотнищ к тыльной (обращенной к грунту) поверхности плит;
- заполнение зазора между плитами и поверхностью грунта в межсвайных промежутках песком или местным грунтом.

Геотекстильный материал следует крепить к плитам, оставляя выпуски геотекстиля шириной 20 см с нижней и одной из боковых сторон плиты. В этом случае только нижний ряд плит крепится к заранее уложенному полотнищу геотекстильного материала [28].

3.5.5. Подготовка поверхности земляного полотна и строительство дополнительных слоев оснований

Дополнительный слой основания, наряду с передачей нагрузок на земляное полотно, выполняет функции морозозащитного или дренирующего слоя.

Такая форма устройства позволяет дорожной одежде противостоять переувлажнению и хорошо сопротивляться сдвигу. Если в процессе проектирования принято решение о необходимости дополнительных слоев из минеральных материалов и грунтов, укрепленных вяжущими, то они должны иметь высокую сопротивляемость растяжению при изгибе.

Дополнительные слои классифицируют, как подстилающие и дренирующие. В зависимости от климатических и гидрологических условий указанные функции могут совмещаться.

Подстилающие слои имеют своей основной функцией увеличение прочности и морозостойкости дорожной одежды. Для определения толщины таких слоев исходят из условия обеспечения требуемой прочности всей конструкции дорожной одежды. Если есть необходимость использовать подстилающий слой одновременно в качестве дренирующего, тогда его выполняют на всю ширину земляного полотна [11].

В современных условиях дренирующий слой устраивают по типу объемного поглотителя или на всю ширину земляного полотна (рисунок 3.33).

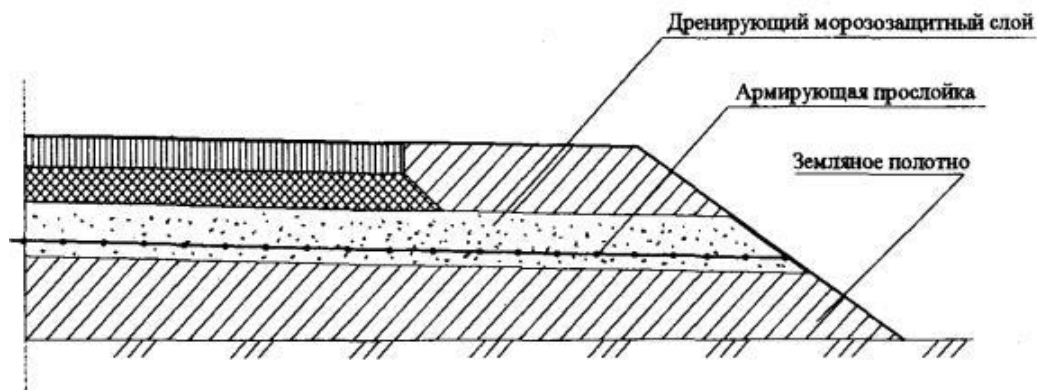


Рисунок 3.33 – Дренирующий слой на всю ширину земляного полотна:

- 1 – покрытие; 2 – основание; 3 – дренирующий слой;
4 – земляное полотно

Дренирующий слой по принципу объемного поглощения строят в ситуации, если вода, которая будет попадать в слой, сможет разместиться в его порах в полном объеме.

В таком случае выпуска из этих слоев не делается, слои располагают только под дорожной одеждой. При повышении атмосферной температуры вода просачивается к грунтовым водам. Вода в дренирующем слое с некоторым запасом его по толщине на высоту капиллярного поднятия не оказывает вредного воздействия на дорожную одежду.

Для снижения толщины дренирующего слоя и обеспечения выхода воды из него целесообразно устраивать дренирующие слои на всю ширину земляного полотна. В этих случаях очень важно обеспечить земляному полотну требуемый поперечный уклон [10].

Наиболее распространенным материалом для дренирующих слоев является песок. Чем крупнее песок и меньше в нем пылевато-глинистых частиц, тем выше его фильтрующие и водоотводящие свойства. Для дренирующих слоев желательны пески с коэффициентом фильтрации не менее 3 м/сут, гравий, шлак, щебень, которые обладают большой прочностью и коэффициентом фильтрации.

Крупнозернистые материалы особенно целесообразны, потому что имеют больший модуль упругости, чем песок, и слой из них может удовлетворять требованию подстилающего и теплоизолирующего слоев.

Строительство дренирующих слоев состоит из следующих рабочих операций: доставка материала автомобилями-самосвалами и высыпание его в кучи на земляное полотно; разравнивание материала автогрейдером путем круговых проходов после вывоза всего материала на захватку или бульдозером сразу же после доставки каждой его партии; увлажнение материала до оптимальной влажности и уплотнение пневмоколесными или комбинированными катками [30].

При уплотнении песчаных слоев следят за сохранением в материале оптимальной влажности. В жаркие солнечные дни расход воды увеличивают.

В настоящее время значительное распространение в дорожном строительстве получили рулонные геосинтетические материалы, такие как Дорнит, Турар и другие (рисунок 3.34). 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.

С целью увеличения устойчивости земляного полотна, сокращения объемов работ и уменьшения занимаемой территории применяют конструкции с армированным земляным полотном. К тому же армирование повышает модуль упругости грунта в 1,5 - 2 раза. Для армирования применяют геосинтетические и металлические сетки и решетки, а также нетканые синтетические материалы.



Рисунок 3.34 – Укладка геосинтетического материала

Можно сделать вывод о значительном влиянии дополнительных слоев дорожной одежды на прочность и долговечность всех конструкций дорожной одежды. В связи с чем необходимо проведение тщательного контроля за качеством проводимого устройства и применяемого строительного материала при устройстве дополнительных слоев дорожных одежд как со стороны непосредственных исполнителей работы так и со стороны государственных контролирующих органов [6].

3.6 Технология строительства дорожной одежды

3.6.1 Строительство асфальтобетонных покрытий и оснований

Подготовительные работы к строительству оснований и покрытий из асфальтобетона. До начала работ по строительству слоев основания и покрытия из асфальтобетонных смесей необходимо оградить место производства работ от въезда постороннего транспорта, расставить дорожные знаки и схемой движения, согласованной с органами полиции, направить движение транспортных средств, наметить безопасную зону для рабочих, занятых на укладке, схему заездов, разворотов и выездов самосвалов, доставляющих асфальтобетонную смесь. Дорожные знаки и ограждения устанавливает организация, выполняющая строительные работы. На участке производства работ должны быть установлены передвижные вагончики для отдыха и приема пищи, вагончик для мастера и кладовой, должны иметься бачки с питьевой водой и медицинская аптечка.

При новом строительстве, реконструкции или ремонте асфальтобетонного покрытия предварительно необходимо проконтролировать определенные параметры нижележащего конструктивного слоя и обеспечить выполнение следующих работ:

– нижележащий конструктивный слой должен соответствовать требованиям СНиП 3.03.09-2006 (с изменениями по состоянию на 22.04.2014г.) в части обеспечения плотности, ровности, геометрических отметок, поперечного уклона, быть чистым и сухим, не иметь повреждений, то есть выбоины, трещины и неровности должны быть устранены. Для чего необходимо спрофилировать нижележащий конструктивный слой дорожной фрезой с автоматической системой обеспечения ровности или уложить выравнивающий слой из асфальтобетонной мелкозернистой или песчаной горячей асфальтобетонной смеси. Отфрезерованная (спрофилированная) поверхность должна быть очищена механической щеткой и продута сжатым воздухом [17].

Укладка асфальтобетонных смесей в слои дорожной одежды. Основными факторами, определяющими выбор технологии укладки (состав машин), метода укладки (организации работ) и рабочей скорости асфальтоукладчиков являются: требуемый темп строительства пог. м/смену, ширина и толщина укладываемого слоя, то есть объем или масса укладываемой асфальтобетонной смеси.

Технология строительства покрытия из горячих и теплых асфальтобетонных смесей состоит из следующих операций: подготовки основания, транспортирования смеси, укладки и ее уплотнения в слоях покрытия.

Основание перед укладкой смеси тщательно очищают от пыли и грязи для того, чтобы асфальтобетонное покрытие имело с ним прочное сцепление. Для удаления пыли и грязи применяют механические щетки. Сцепление покрытия с нижележащим слоем усиливается подгрунтовкой эмульсией или жидким битумом за одни - двое суток до укладки покрытия. Расход вяжущего для под-грунтовки составляет 0,5...0,6 л/м².

После проверки на заводе качества и температуры асфальтобетонную смесь транспортируют к месту работ автомобилями-самосвалами. Температура смеси на месте укладки должна быть для горячих смесей не менее +120 С, для теплых смесей не менее +80 С.

Доставленную смесь выгружают в приемный бункер асфальтоукладчика и пластинчатый питатель подает ее к шнеку, распределяющему смесь по ширине укладываемой полосы. Одновременно смесь подвергается предварительному уплотнению трамбуящим брусом. Выглаживающая плита выравнивает слой и придает ему требуемый поперечный профиль [5].

Если смесь укладывается в покрытие не за один проход асфальтоукладчика по ширине проезжей части дороги, то работы ведутся поочередно на каждой полосе короткими участками, что обеспечивает хорошее сцепление между смежными полосами. В теплое время года и при отсутствии ветра длина полосы укладки может составлять до 100... 120 м. В холодную ветреную погоду длину полосы укладки следует сокращать до 20...30 м.

Укладку нижнего слоя покрытия ведут с опережением верхнего на одну сменную захватку для создания задела (опережающего фронта работ). Для одновременной укладки верхнего и нижнего слоев покрытия необходимо иметь два (или более) асфальтосмесителя, которые одновременно готовят смеси различного гранулометрического состава.

Особое внимание следует обращать на уплотнение смеси, так как степень уплотнения оказывает большое влияние на физико - механические показатели асфальтобетона. Для уплотнения смеси применяют легкие, средние и тяжелые катки статического действия с металлическими вальцами, вибрационные катки или катки на пневматических шинах. Укатку начинают легкими катками от края проезжей части к середине с перекрытием следа на 20...25 см. Число проходов зависит от типа смеси, вязкости битума и толщины уплотняемого слоя. Катки с вибровальцами массой от 1,5...1,8 до 6...8 т. По эффекту уплотнения они заменяют катки массой 10...15 т статического действия.

После устройства асфальтобетонного покрытия из него берутся образцы, по которым контролируются толщина слоя, его физико-механические показатели и коэффициент уплотнения.

3.6.2 Работы по созданию дернового покрова на аэродромах

При создании дернового покрова летного поля следует выполнять: предпосевную обработку почвы, подготовку травосмесей и засев летного поля; уход за посевами трав.

Предпосевная обработка почвы (вспахивание, дискование, боронование) должна быть произведена после завершения основных земляных работ и планирования поверхности летного поля [10].

Глубина вспашки должна быть 18-20 см. На участках, где проводилось восстановление плодородного слоя, а также на подзолистых почвах глубина вспашки не должна превышать мощности плодородного слоя.

Замена вспашки фрезерованием допускается только на неуплотненных и некаменистых почвах.

Дискование необходимо осуществлять в 2-3 следа: первый след - по направлению вспашки, последующие - поперек. После дискования необходимо производить выравнивание поверхности, боронование и прикатку катками.

Участки с песчаными и супесчаными почвами без дерна и с ранее разрыхленными или улучшенными почвами необходимо обрабатывать на глубину 10-15 см культиватором или дисковой бороной с последующим выравниванием и прикаткой поверхности.

На кислых почвах должно быть произведено известкование путем использования молотых известняков, доломитов, мела, мергеля, известковых туфов, а также извести-пушонки.

В качестве органических удобрений необходимо применять торф (низинный, хорошо разложившийся с влажностью в сухом состоянии не ниже 50% его массы), навоз и компосты.

Минеральные удобрения и известковые материалы должны вноситься в почву в виде смесей или отдельно. При внесении нескольких видов минеральных удобрений их необходимо равномерно смешать и вносить за один прием. Приготовление смесей должно производиться накануне или в день внесения их в почву. Длительное хранение смесей минеральных удобрений не допускается.

Удобрения и известковые материалы должны равномерно распределяться по всей обрабатываемой площади с помощью туковых сеялок при внесении минеральных удобрений и с помощью разбрасывателей при внесении органических удобрений или известковых материалов. При этом машины должны быть отрегулированы на проектную норму высева.

Известковые материалы, органические и минеральные удобрения надлежит вносить в почву в процессе ее предпосевной обработки. При этом половину удобрений следует вносить в почву непосредственно перед посевом трав и заделывать дисковыми или зубowymi боронами, одновременно производя предпосевное рыхление на глубину 3-4 см.

Для создания дернового покрова летних полей аэродромов следует применять семена трав, посевные качества которых не ниже II класса. Посевные качества семян должны быть проверены в государственной районной семенной инспекцией, которые и устанавливают посевные качества семян (класс семян). Непроверенные семена высевать не допускается.

Предусмотренные проектом травосмеси следует составлять за день до посева. Семена должны быть сухими. Крупные (костер безостый, овсяница луговая, пырей бескорневищный и др.) и мелкие семена (клевер, тимopheевка, люцерна, мятлик, полевица белая) необходимо высевать отдельно.

Для улучшения качества посева травосмесей с преобладанием нетекучих семян или незначительным весовым количеством семян в травосмесь необходимо вносить балластные материалы (торфяную крошку, опилки и др.).

Балластный материал должен быть сухим и предварительно просеян через сито с отверстиями размером 5 мм. Норма добавки балласта должна устанавливаться опытным путем в зависимости от вида семян. Принятое соотношение между балластом и семенами должно оставаться неизменным в течение всего высева данной травосмеси. Дозировку семян и балласта необходимо производить по массе. Смешение семян с балластом следует производить небольшими порциями (20 - 30 кг), добиваясь равномерного смешения [10].

Перед составлением травосмесей должна быть проведена корректировка проектных норм высева семян исходя из данных по посевным качествам семян-компонентов.

Количество завозимых на объект семян должно быть па 20 - 25% больше установленных проектом норм высева, рассчитанных по 100%-ной их годности по посевным качествам.

Результаты проверки качества семян и составленных травосмесей по каждой проверенной партии следует оформлять актами с указанием в них

даты проверки, количества проверенных семян и результатов оценки их качества.

Высевать семена следует не позднее, чем на следующий день после предпосевного рыхления почвы с внесением удобрений.

Посев семян должен производиться при помощи зернотравяных сеялок отдельными захватками с включением сеялки за 1-1,5 м до начала захватки и выключением ее за границей захватки перед поворотом. Посев сеялкой вкруговую не допускается. Семена следует высевать за два прохода сеялки. Если семена в травосмесях по своим размерам одинаковы, то за первый проход сеялки необходимо высевать половину нормы, а другую - при перпендикулярных проходах. При высеве травосмесей из крупных и мелких семян при первых проходах надлежит высевать крупные семена, а при втором - мелкие.

3.6.3 Производство работ по обстановке автомобильной дороги

Работы по обстановке дорог следует выполнять после окончания работ по планировке и укреплению обочин и откосов земляного полотна и устройства присыпных берм.

Работы по установке дорожных знаков, ограждений и сигнальных столбиков следует начинать с разбивочных работ (рисунок 3.35).



Рисунок 3.35 – Дорожные ограждения

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.

Дорожные знаки на опорах, соответствующих требованиям СТ РК 1125-2002 «Знаки дорожные. Общие технические условия» и следует устанавливать в сборе с опорами [15].

В случае применения ударобезопасных железобетонных опор верхний торец муфты из асбоцементной трубы должен находиться на высоте не 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.

В случае применения ударобезопасных деревянных опор оси отверстий в стойках опор должны быть параллельны плоскости щита знака и центр нижнего отверстия должен находиться на высоте не более 15 см над поверхностью дороги в месте установки опоры [15].

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 М16×45 по СТ РК 1125-2002 «Знаки дорожные. Общие технические условия». При этом конец предыдущей (по направлению движения на ближайшей к ограждению полосе проезжей части) следует располагать поверх начала следующей секции.

Горизонтальную разметку следует выполнять только на промытой, подметенной и сухой поверхности покрытия при ее температуре не ниже 15°C нитрокрасками и не ниже 10°C термопластическими материалами при относительной влажности воздуха не более 85%.

При температуре поверхности покрытия ниже 10°C разметку термопластическими материалами разрешается выполнять при условии предварительного разогрева покрытия горелками инфракрасного излучения до температуры не ниже, чем 15°C.

Не допускается выполнять разметку по размягченному покрытию, а также при наличии на его поверхности пятен масла, битума или мистики, применяемых для заливки трещин, заполнения швов и т.п.

Во избежание ухудшения цвета линий разметки из термопластического материала не допускается: делать перерывы в работе самоходных разметочных машин до полного израсходования приготовленного термопластического материала; включать обогревающее устройство расходной емкости после ее опорожнения [10].



Рисунок 3.36 – Нанесение дорожной разметки

Движение по участку с горизонтальной разметкой, нанесенной нитрокраской, может быть открыто не ранее чем через 15 мин после ее нанесения, по участку с разметкой термопластическим материалом - не ранее чем через 30 мин (рисунок 3.36).

Допустимые величины отклонений линии разметки в плане ± 3 см. Края линии разметки должны быть ровными. Допустимое отклонение краев - не более 5 мм на длине 0,5 м.

Контроль качества работ. При устройстве обстановки дороги следует контролировать:

- постоянно визуально - требуемую последовательность работ, вертикальность стоек ограждений, стоек знаков и сигнальных столбиков;
- точность установки всех стоек и столбиков, а также линий разметки через 10м в плане с помощью мерной ленты и шнура;
- глубину ям, высоту ограждений и знаков по шаблонам;
- волнистость ограждения в плане с помощью шнура и линейки;
- ровность краев и ширину линий разметки выборочно, не менее 10% длины с помощью линейки.

3.7 Содержание и ремонт автомобильных дорог и аэродромов

3.7.1 Работы по ремонту и содержанию автомобильных дорог и аэродромов

Работы по содержанию и ремонту дорог имеют ряд специфических особенностей:

- большое многообразие (от простейших при содержании до сложных при ремонте);
- значительную неоднородность видов и объемов в пределах дороги, обслуживаемых дорожно-эксплуатационными организациями (ДЭО);
- большую линейную протяженность объектов;
- различие грунтовых, гидрологических и климатических условий;
- сезонность работ;
- ресурсную ограниченность.

Наибольшие различия по характеру и принципам организации имеют работы по содержанию. Они более трудоемкие и материалоемкие, менее механизированы. В то же время есть целый ряд работ по содержанию, которые не могут быть отложены и должны быть выполнены немедленно независимо от климатических условий [25].

Приведенные выше особенности определяют принципы организации работ по содержанию и ремонту дорог:

- обеспечению круглогодичного проезда автомобилей с заданными скоростями и нагрузками на участках, где проводится содержание и текущий ремонт и с положенными скоростями и нагрузками на участках, где проводится средние и капитальные ремонты;
- устранение мелких повреждений дорог и основных сооружений в самый короткий срок, выполнение ремонта в строго установленные сроки;
- достижения высокой производительности труда, максимальной механизаций работ по содержанию и ремонту;
- обеспечение максимального эффекта при минимальных затратах

денежных, материальных и трудовых ресурсов [16].

Линейное расположение объемов работ по содержанию дорог определяет линейный принцип их выполнения передвижными линейными подразделениями.

В не сложных условиях эксплуатации дорог работы по содержанию выполняют чаще всего комплексные механизированные бригады, которые осуществляют содержание всех конструктивных элементов дороги в пределах закрепленного участка протяженностью 70-100 км. Такие бригады могут также выполнять работы по содержанию озеленения.

Специализированные бригады создают в усложненных условиях эксплуатации:

- на подходах к городу для содержания больших мостов, путепроводов и т.д.

Специализация позволяет сократить виды работ, выполняемых каждым рабочим, создать возможность применения постоянных приемов труда, повышение производительности и качества работ. Сезонные специализированные бригады организуют при возникновении значительных объемов работ (например, по ямочному ремонту покрытий, ликвидации снежных заносов).

В отдельных случаях (на горных перевалах) возможно организации мелких работ и постоянного надзора за дорогой по принципу закрепления таких участков за дорожными рабочими - ремонтерами.

Численный и квалификационный состав бригад определяется видами и объемами работ исходя из постоянства их состава в течение года.

3.7.2 Работы по ремонту и содержанию автомобильных дорог, водоотводных и дренажных систем

Содержание автомобильных дорог и дорожных сооружений – это систематический уход за дорогой, дорожными сооружениями и полосой отвода в целях поддержания их в надлежащем состоянии, чистоте и обеспечения бесперебойного, безопасного и удобного движения по дорогам в течение всего года.

Текущий ремонт – работы, выполняемые в порядке предупреждения и неотложного исправления мелких повреждений дороги и ее сооружений, проводимые в течение всего года на всем ее протяжении.

Маршрутный способ ремонта автомобильной дороги – это комплекс ремонтных мероприятий, выполняемых по маршруту, за счет средств текущего ремонта, включая работы по ликвидации опасных для движения транспорта дефектов и по восстановлению ровности дорожного покрытия на локальных участках, площадью до 500 квадратных метров.



Рисунок 3.37 – Ремонт автомобильной дороги

Средний ремонт дорог – это комплекс работ, связанных с восстановлением первоначальных эксплуатационных качеств дороги и дорожных сооружений [10].

Капитальный ремонт – это комплекс работ, при котором производят смену изношенных конструкций и деталей или замену их более прочными и экономичными, улучшающими транспортно-эксплуатационные характеристики ремонтируемых объектов и обеспечивающими повышение технических нормативов дорог, увеличение прочности дорожных одежд и сооружений в пределах норм, соответствующих технической категории, установленной для данной дороги. К этому виду ремонта также относятся работы, связанные с ликвидацией последствий стихийных бедствий и восстановлением дорожных инженерных сооружений.

Межремонтный срок службы дорожной одежды – это период от момента сдачи дороги в эксплуатацию после строительства, реконструкции или капитального ремонта до очередного капитального ремонта, связанного с повышением несущей способности (усилением) дорожной конструкции.

Межремонтный срок службы дорожного покрытия – это период времени от сдачи дороги в эксплуатацию после строительства, реконструкции, капитального или среднего ремонта до возникновения потребности в выполнении очередного среднего ремонта, связанного с возмещением слоя износа и восстановлением ровности и сцепных качеств до требуемых значений по интенсивности движения транспорта.

Управление эксплуатацией автомобильных дорог и дорожных сооружений – это комплекс организационных и регламентирующих мероприятий по обеспечению требуемого технического уровня и транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог и дорожных сооружений, на основе их диагностики и мониторинга, с разработкой экономически обоснованной стратегии дорожно-ремонтных работ.

Мониторинг состояния автомобильных дорог – это система наблюдений и контроля, оценки и прогноза возможных антропогенных

изменений их состояния в результате эксплуатации и воздействия окружающей среды.

Стратегия дорожно-ремонтных работ – это комплекс наиболее эффективных долговременных технических решений и управляющих воздействий по сохранности и улучшению транспортно-эксплуатационного состояния сети автомобильных дорог и дорожных сооружений при рациональном использовании выделяемых ресурсов.

Управляющие автомобильными дорогами – физические и юридические лица, являющиеся собственниками автомобильных дорог или осуществляющие деятельность по управлению автомобильными дорогами на праве хозяйственного ведения или оперативного управления.

Работы по содержанию автомобильных дорог и дорожных сооружений отличаются от других видов ремонтных работ тем, что выполняются непрерывно в течение всего года.

В целях своевременного проведения работ по содержанию дорог и дорожных сооружений, их визуальный осмотр осуществляется ежедневно.

В результате проведения работ по содержанию дорог должно быть обеспечено бесперебойное, безопасное и удобное движение транспорта в течение всего года [7].

Работы по содержанию не требуют составления проектной документации. Их планируют на основе результатов осмотров дорог по ведомостям дефектов, в пределах средств на содержание, согласно постановления, Правительства Республики Казахстан от 01.01.01 года N 423 "Об утверждении нормативов финансирования на ремонт и содержание автомобильных дорог Республики Казахстан" (далее - нормативы финансирования).

Работы по содержанию автомобильных дорог и дорожных сооружений подразделяются на содержание в весенний, летний и осенний периоды, зимнее содержание, озеленение дорог и прочие работы.

При содержании автомобильных дорог и дорожных сооружений в весенний, летний, осенний периоды выполняют следующие работы:

По земляному полотну и системе водоотвода:

- очистка водоотводных канав весной от снега, а летом от наносного мусора и грязи с вывозкой мусора;
- раскопка и засыпка осушительных воронок на обочинах, на пучинистых участках;
- планировка откосов, засев травами;
- окашивание и уборка скошенной травы;
- вырубка кустарников и корчевка деревьев, дикорастущей поросли на обочинах и откосах земляного полотна с уборкой вырубленного материала;
- планировка обочин без подсыпки материала.

По полосе отвода:

- планировка полосы отвода для обеспечения стока;

- сбор мусора в полосе отвода, погрузка и вывозка его на свалку;
- вырубка и корчевка деревьев, кустарников, дикорастущей поросли, влияющих на безопасность дорожного движения, с уборкой вырубленного материала;
- окашивание полосы отвода и уборка скошенной травы, камыша и бурьяна.

По проезжей части с усовершенствованными покрытиями:

- очистка и мойка проезжей части;
- уход за участками с избытком вяжущего материала.

По проезжей части с переходными покрытиями:

- очистка покрытия от грязи;
- обеспыливание покрытия водой;
- профилирование и уплотнение покрытия;
- наметание каменной мелочи и высевов на покрытие, уборка катуна.

По проезжей части с грунтовыми и грунтовоулучшенными покрытиями:

- профилировка покрытия для устранения образовавшихся ям, колеи, других неровностей;
- утюжка - профилактическое мероприятие, проводимое до образований крупных неровностей.

По обстановке и благоустройству дорог, объектам организации движения, связи, освещению:

- постоянный осмотр ограждений и сигнальных столбиков, знаков, щитков, подтягивание креплений, выпрямление щитков, очистка от пыли и грязи, мойка;
- периодический осмотр автобусных остановок, площадок отдыха, туалетов, беседок, автопавильонов, очистка от пыли, грязи и мусора, мойка;
- содержание, уход и наблюдение за исправностью средств по организации движения, связи и освещению [30].

По искусственным сооружениям:

- очистка проезжей части вдоль тротуаров от грязи и посторонних предметов после прохода уборочной техники;
- очистка проезжей части вдоль тротуаров от снега и льда после прохода снегоуборочной техники;
- очистка водоотводных трубок от грязи, камней и снега;
- очистка водоотводных лотков под деформационными швами от наносов;
- очистка от грязи пазов для перемещения листов в деформационных швах открытого типа;
- очистка и смазка механизмов сложных конструкций деформационных швов открытого типа;
- очистка тротуаров от грязи, снега и мусора, посторонних предметов;

- прочистка окон в тротуарных блоках для пропуска воды;
- очистка от грязи и снега пространства под тротуарами;
- очистка от грязи перильного, барьерного ограждения, дорожных знаков;
- очистка поверхностей балок от грязи, наносного грунта, растительности;
- промывка опорных узлов балок;
- очистка от снега, грязи опорных частей;
- смазка рабочих поверхностей опорных частей графитовой композицией;
- подтяжка болтов крепления металлических опорных частей;
- очистка оголовков опор и подферменных площадок от мусора и грязи, снега и льда;
- очистка конусов и укрепления откосов от грязи, травы и кустарника;
- скалывание у опор и ледорезов льда;
- организация пропуска ледохода и паводковых вод;
- очистка смотровых приспособлений (лестниц, тележек);
- текущие и периодические осмотры мостовых сооружений;
- удаление из зоны моста кустарниковой растительности на расстоянии 15-25 метров, выше и ниже по течению и вырубка деревьев;
- очистка отверстий железобетонных труб от ила и грязи;
- закрытие осенью и открытие весной отверстий малых мостов и труб;
- пропуск ледохода, паводковых вод, предупредительные работы по защите дорог и сооружений от наводнений, наледей, заторов, лесных и степных пожаров;
- содержание и обслуживание паромных переправ, наплавных мостов.

Текущий ремонт автомобильных дорог и дорожных сооружений. Текущий ремонт предусматривает выполнение работ по предупреждению и исправлению мелких повреждений дороги и дорожных сооружений. Он планируется на основе результатов осмотров дорог по ведомостям дефектов, в пределах средств на текущий ремонт, согласно нормативам финансирования [10].

При текущем ремонте автомобильных дорог и дорожных сооружений выполняются следующие работы:

По земляному полотну и водоотводу:

- исправление отдельных мелких повреждений земляного полотна, водоотводов, резервов, защитных, укрепительных и регуляционных сооружений;
- подсыпка, срезка и планировка обочин с подсыпкой объемом до 100 кубических метров на 1 километр на отдельных участках.

По дорожным одеждам:

- заделка трещин, выбоин, устранение колеи, ликвидация ямочности, просадок, выравнивание кромок, замена отдельных бордюров на всех типах покрытий. При планировании по устранению пучинистых участков, просадок, колеи и ямочности объемы работ принимаются, согласно, данных результатов весеннего и осеннего осмотров дорог, в количестве необходимом для обеспечения безопасного проезда автотранспорта;
- ремонт и заполнение швов в цементобетонных покрытиях;
- россыпь высевок и мелкого гравия по щебеночным и гравийным покрытиям, включая покрытия, обработанные битумом;
- разметка проезжей части;
- исправление профиля гравийных и грунтовых дорог на отдельных участках с добавлением новых материалов до 100 кубических метров на 1 километр;
- обеспыливание дорог хлористым кальцием, битумом и другими материалами;
- уход за вспученными участками автомобильных дорог, временное ограждение, устройство и засыпка воздушных воронок, обеспечение водоотвода с поверхности дорожных покрытий и земляного полотна [5].

Средний ремонт автомобильных дорог и дорожных сооружений. Средний ремонт предусматривает периодическое выполнение работ, связанных с восстановлением первоначальных эксплуатационных качеств дороги и дорожных сооружений.

При среднем ремонте производят периодическое восстановление слоя износа и ровности дорожных покрытий, а также исправление повреждений земляного полотна, водоотвода, искусственных, защитных, укрепительных, регуляционных и других дорожных сооружений.

Объемы работ по среднему ремонту определяются сметным расчетом, составляемым на основании результатов диагностики дорог и ведомостей дефектов.

При среднем ремонте автомобильных дорог и дорожных сооружений выполняют следующие работы:

По земляному полотну и водоотводу:

- подъемка и уширение небольших по протяженности участков земляного полотна на сырых и снегозаносимых местах, ликвидация небольших пучинистых участков;
- прочистка существующих водоотводных канав, прокопка новых канав, исправление повреждений и уменьшение крутизны откосов насыпей и выемок, исправление дренажных, защитных и укрепительных устройств, водоотводных сооружений и отводящих русел у мостов и труб, засев травами;
- засев травами откосов земляного полотна и резервов, с проведением необходимых агротехнических мероприятий по созданию устойчивого дернового покрова, расчистка обвалов, оползней и селевых выносов;

- подсыпка, срезка, планировка и укрепление обочин [21].

По дорожным одеждам:

- устройство поверхностных обработок;
- восстановление изношенных верхних слоев усовершенствованных покрытий и устройство дорожной одежды на отдельных и пучинистых участках, с разборкой существующей дорожной одежды и стабилизацией грунта с устройством, в необходимых случаях, поверхностной обработки;
- кировка или регенерация усовершенствованного покрытия, имеющего наплывы, колеи, гребенку с добавлением нового материала;
- замена, подъемка или выравнивание отдельных плит железобетонных и цементобетонных покрытий;
- восстановление профиля щебеночных и гравийных покрытий, а также грунтовых дорог с добавлением материалов в количестве до 500 кубических метров на один километр дороги;
- улучшение проезжей части гравийных и грунтовых дорог вяжущими и обеспыливающими материалами;
- устройство виражей и обеспечение видимости на опасных для движения кривых;
- разметка проезжей части на ремонтируемых участках.

По искусственным сооружениям:

- исправление небольших повреждений, отдельных элементов сооружений (опорных частей, перил, настилов, стоек, подкосов, заборных стенок, дренажных устройств и так далее);
- локальная окраска металлических элементов мостов;
- торкретирование трещин в конструкциях, ремонт кладки, штукатурки, частичная смена заклепок;
- замена и исправление переездных и переходных мостиков через канавы;
- исправление небольших повреждений наплавных мостов, паромных переправ и причальных устройств (конопатка, ремонт обшивки, исправление такелажа и тому подобное);
- ямочный ремонт покрытия на проезжей части мостов, путепроводов, заделка трещин на покрытии;
- герметизация узлов примыкания переходных плит к открылкам;
- мелкий ремонт деформационных швов;
- устранение протекания деформационных швов подтяжкой болтов;
- заливка мастикой деформационных швов с предварительной их очисткой от старой мастики;
- приварка в деформационных швах скользящих листов (в случае их отрыва), установка недостающих пружин [17];
- мелкий ремонт механизмов и конструкций деформационных швов;
- замена покрытия в зоне деформационных швов или над швом;
- заливка трещин и выбоин в асфальтобетонном покрытии тротуаров;

- заделка трещин и выбоин в цементобетонном покрытии тротуаров;
- локальное восстановление окрасочного слоя (подкраска) перильного ограждения;
- нанесение разметки на бордюрное ограждение проезжей части;
- нанесение вертикальной разметки на низ фасадных балок путепроводов над автодорогами;
- нанесение вертикальной разметки на опорах путепроводов над автодорогами;
- расшивка цементным раствором швов между бетонными плитами укрепления;
- замена и ремонт отдельных поврежденных звеньев труб, оголовков, откосных крыльев с укреплением входных и выходных русел и выравнивание лотков труб;
- устранение локальных мест размыва насыпи и регуляционных сооружений; засыпка промоин на сопряжении моста с насыпью, с одновременным устранением воды в этих местах;
- заделка воронок размыва у опор;
- очистка элементов от гнили, замена досок, настила на деревянных мостах;
- замена отдельных заклепок, исправление незначительных деформаций элементов металлических пролетных строений [30].

Капитальный ремонт автомобильных дорог и дорожных сооружений. Капитальный ремонт предусматривает периодическое выполнение работ, связанных с повышением транспортно-эксплуатационного состояния дороги и дорожных сооружений, в частности, с увеличением прочности дорожных одежд и дорожных сооружений в пределах норм существующей технической категории дороги.

Участки дорог, подлежащие капитальному ремонту, устанавливаются на основе межремонтных сроков службы и результатов диагностики дороги.

Капитальный ремонт автомобильных дорог и дорожных сооружений выполняется по проектной (проектно-сметной) документации, прошедшей государственную экспертизу и утвержденной в порядке, установленном действующим законодательством Республики Казахстан. Проект на капитальный ремонт дороги выполняют на основе результатов диагностики и оценки транспортно-эксплуатационного состояния дороги. В отдельных случаях, при работах, вызванных аварийными ситуациями, разрешается проводить капитальный ремонт по ведомостям дефектов и исполнительным сметам, оформленным в последующем в соответствии с действующим законодательством [12].

При капитальном ремонте разрешается производить отдельные спрямления дороги как в плане, так и в продольном профиле, протяженностью до 25% от общей длины дороги.

При капитальном ремонте выполняют следующие работы:

По земляному полотну и водоотводу:

- исправление земляного полотна с доведением его геометрических параметров до норм, соответствующих технической категории, установленной для ремонтируемой дороги, утвержденной технической документацией (уширение, подъемка, замена грунтов, обеспечение видимости, увеличение радиусов закруглений, смягчение продольных уклонов, устройство вертикальных кривых и виражей), спрямление отдельных участков дороги;
- устранение пучинистых, оползневых и обвальных участков, устройство дренажей, изолирующих прослоек и другие работы, обеспечивающие устойчивость земляного полотна;
- восстановление и перестройка существующих, а также постройка новых необходимых водоотводных устройств, берегозащитных и противозерозионных сооружений;
- устройство земляного полотна и системы водоотвода на пересечениях и примыканиях автомобильных дорог, а также выполнение работ по устройству площадок для остановки, стоянки автомобилей и площадок отдыха вне проезжей части автомобильных дорог;
- рекультивация придорожных резервов, ликвидируемых участков дорог, расположенных в зоне работ по капитальному ремонту дорог;
- ликвидация последствий паводковых, селевых, ливневых и других стихийных разрушений [29].

По дорожным одеждам:

- усиление (утолщение), уширение дорожных одежд не более чем на одну полосу движения и устройство более совершенных типов дорожной одежды с регенерацией и использованием существующих дорожных одежд в качестве оснований, а также устройство дорожных одежд вновь на переустраиваемых (спрямляемых) участках дорог и на обходах населенных пунктов и подъездах к ним, устройство дорожных одежд на транспортных развязках, инженерных устройствах, тротуарах, переходных и велосипедных дорожках, автобусных остановках, площадках отдыха и стоянках автотранспорта;
- исправление профиля щебеночных и гравийных покрытий, а также грунтовых дорог с добавлением новых материалов, улучшение проезжей части вяжущими материалами;
- устройство новых и замена изношенных бордюров из искусственных и натуральных материалов и укрепительных полос по краям усовершенствованных покрытий, в том числе по типу основной дорожной одежды.

По искусственным сооружениям:

- постройка, перестройка полностью или частично, с уширением и усилением, мостов, в том числе пешеходных, путепроводов, с доведением их габаритов и несущей способности под расчетные нагрузки, согласно

утвержденной технической документации на данный ремонт (ремонт моста с уширением габарита без добавления новых балок; с уширением габарита и добавлением новых балок увеличения и усиления ригеля; с уширением габарита, с добавлением новых балок увеличения опор с одной стороны или с двух сторон) (рисунок 3.38);



Рисунок 3.38 – Ремонт моста автомобильной дороги

- выправка и усиление элементов главных балок и ферм металлического моста;
- замена металлических пролетных строений;
- замена проезжей части моста;
- постройка и перестройка водопропускной трубы;
- замена звеньев, оголовков и укрепление труб;
- замена поврежденных колец труб;
- наращивание длины трубы за счет новых колец и оголовков;
- замена наплавных мостов, паромных переправ, железнодорожных переездов постоянными мостами и путепроводами;
- устройство и восстановление подпорных стен, защитных укрепительных и регуляционных сооружений;
- испытание перестроенных и вновь построенных мостов;
- ремонт и замена конструктивных элементов тоннелей, защитных галерей и навесов на горных дорогах, а также замена временных галерей и навесов постоянных [6].

3.7.3 Зимнее содержание

Зимнее содержание представляет собой комплекс работ, включающий: защиту дорог от снежных заносов; очистку дорог от снега; борьбу с зимней скользкостью; защиту дорог от лавин; борьбу с наледями. Эти работы направлены на обеспечение бесперебойного и безопасного движения автомобилей.



Рисунок 3.39 – Очистка дороги от снега

К основным факторам, влияющим на условия движения автомобилей в зимний период года, относят наличие снежных отложений и зимней скользкости, приводящих к резкому снижению сцепных качеств дороги, увеличению сопротивлению качению, ухудшению ровности, а также к изменению ширины проезжей части и обочин. В результате в зимний период снижаются скорости автомобилей, увеличивается количество дорожно-транспортных происшествий [19].

Главная задача зимнего содержания – обеспечить максимально возможную величину сцепных качеств дороги и минимальное сопротивление качению путем предотвращения образования снежных отложений и ликвидации зимней скользкости на дороге (рисунок 3.40).



Рисунок 3.40 – Ликвидация зимней скользкости

Для выполнения этих требований дорожно-эксплуатационные службы проводят следующие мероприятия:

- профилактические, цель которых предупредить или не допустить образование снежных и ледяных отложений на дороге, ослабить сцепление

слоя снежно-ледяных отложений с покрытием; повысить сцепные качества дорожных покрытий при образовании на них снежно-ледяных отложений, уплотненного снега или гололедной пленки за счет создания искусственной шероховатости (профилактическая обработка покрытий химическими противогололедными веществами и др.).

- защитные меры, с помощью которых преграждают доступ к дороге снега, приносимого метелями: применение защиты от метелевого переноса и снежных лавин; главным критерием качества снегозащиты считают исключение отложений метелевого снега на дорогах.

- удаление уже возникших снежных и ледяных отложений (очистка дорог от снега и ликвидация зимней скользкости), а также меры по уменьшению воздействия отложений на движение (посыпка обледеневшей поверхности дороги фрикционными материалами) [10].

3.7.4 Озеленение автодорог

Насаждения вдоль автомобильных дорог создают для защиты полотна от снежных заносов (снегозащитное озеленение) и для архитектурно-художественного оформления (декоративное озеленение).

Насаждения применяют также для защиты дорог от размывов (противоэрозионное озеленение), от песчаных заносов (пескозащитное озеленение), сильных ветров и пыльных бурь.

Озеленение дорог включает в себя также устройство специальных шумозащитных насаждений и мероприятия по организации питомников, уходу за насаждениями, их учету и охране.

Снегозащитные насаждения. Насаждения для защиты автомобильных дорог от снежных заносов создают в виде одной или нескольких лесных полос, а при небольших объемах снегоприноса - в виде живых изгородей из ели или кустарников.

По своему действию снегозащитные насаждения представляют собой объемную преграду, внутри и вблизи которой снижается скорость ветра и происходит отложение снега [30].

Снегозащитная лесная полоса состоит из нескольких рядов деревьев и кустарниковой опушки, расположенной с полевой стороны лесной полосы.

Живая изгородь представляет собой густую двухрядную посадку деревьев или кустарников, которой путем систематической стрижки придаются определенная высота, плотность и форма. Живые изгороди применяются при небольших объемах снегоприноса (до $25 \text{ м}^3/\text{м}$).

Расстояние от бровки земляного полотна до придорожной лесной полосы, ширина лесных полос и величина разрывов между лесными полосами при объемах снегоприноса до $250 \text{ м}^3/\text{м}$ определяются в зависимости от объема снегоприноса по таблице 3.4.

В отдельных регионах при объемах снегоприноса свыше $250 \text{ м}^3/\text{м}$ снегозащитные лесонасаждения создаются по индивидуальным проектам в соответствии с действующими нормативно-техническими документами.

На основе типовых схем снегозащитных насаждений выбираются рабочие схемы лесных полос для каждого конкретного участка. Рабочую схему составляет проектная организация. Она определяет состав древесных и кустарниковых пород, их размещение по рядам, а также количество рядов, ширину междурядий и размещение растений в рядах.

Таблица 3.4 – Объем снегоприноса

Расчетный объем снегоприноса, м ³ /м	Расстояние от бровки земляного полотна до лесонасаждений, м	Ширина разрыва между лесонасаждениями, м	Ширина полос отвода земель для лесонасаждений, м
10-25	15-25		4
50	30		9
75	40		12
100	50		14
125	60		17
150	65		19
200	70		22
250	50	50	2×14

Снегозадерживающая лесная полоса должна иметь плотную (непродуваемую) конструкцию. Обязательным элементом каждой полосы должна быть густая двухрядная кустарниковая опушка.

Расстояние между рядами деревьев и кустарников в лесной полосе должно быть одинаковым и в благоприятных лесорастительных условиях принимается 2,5 м, а в тяжелых условиях 3 - 3,5 м. Расстояние между растениями в ряду допускается в пределах 0,5 - 1 м.

Подбор древесных и кустарниковых пород для снегозащитных насаждений производят с учетом лесорастительных условий каждого конкретного участка насаждений, биологических и снегозадерживающих особенностей деревьев и кустарников [30].

В насаждения не следует вводить березу, культурные плодово-ягодные деревья и кустарники, а также породы, являющиеся очагом распространения грибковых болезней и насекомых - вредителей сельскохозяйственных, плодовых и технических культур.

Породы, используемые для живых изгородей, должны хорошо переносить систематическую стрижку.

Одной из лучших хвойных пород для устройства живых изгородей является ель. Из лиственных пород для устройства живых изгородей рекомендуются: ива белая, вяз обыкновенный, акация желтая, лещина, алыча, лох узколистый, сирень, боярышник, ирга, тамариск. Для создания непроходимых колючих изгородей используют шиповник, боярышник, а в южных районах - гледичию.

Указанный ассортимент пород деревьев и кустарников для живых изгородей является ориентировочным и может быть расширен.

Живые изгороди создают из одной породы. При большом их протяжении через промежутки 500 - 800 м меняют породу во избежание монотонного вида и массового повреждения грибковыми болезнями или насекомыми-вредителями.

В еловых изгородях через каждые 100 - 200 м следует включать перемиčky длиной не менее 10 м из лиственных пород в противопожарных целях.

Древесные и кустарниковые породы в лесных полосах и живых изгородях должны размещаться "чистыми" рядами, т.е. каждый ряд лесной полосы должен состоять из одной породы деревьев или кустарников. Чередование разных пород в одном ряду как при посадке лесных полос, так и при дополнениях не допускается.

При объемах снегоприноса в пределах 25 - 100 м³/м допускается создавать насаждения с древесным ярусом из одной породы низкокронных деревьев во всех рядах с сохранением кустарниковой опушки.

В связи с возможностью переноса снега под углом по отношению к оси дороги снегозащитные лесные полосы создаются длиннее защищаемого участка дороги на 50 - 100 м. В условиях снегоприноса более 100 м³ эта величина должна быть обоснована расчетом для ветров под углом более 30° с учетом расстояния между лесными полосами и защищаемым участком дороги [10].

В тех случаях, когда вдоль заносимых участков дорог имеются неудовлетворительные по инструкции, составу пород, размещению и другим признакам снегозащитные насаждения, которые нельзя исправить рубками ухода, выполняются мероприятия по их усилению путем увеличения ширины таких насаждений или создания дополнительных лесных полос.

Ширину имеющихся насаждений увеличивают в насаждениях, расположенных на нормальных расстояниях от дороги, соответствующих объему снегоприноса, но имеющих недостаточную густоту по ярусам (насаждения без густой кустарниковой опушки или изреженные в древесном ярусе), и в насаждениях, имеющих плотную конструкцию, но расположенных на расстояниях от дороги, меньших, чем это необходимо для соответствующих объемов снегоприноса.

Увеличение ширины насаждения производит путем посадки или посева с полевой стороны этих насаждений дополнительных рядов деревьев и кустарников.

Количество дополнительных рядов определяется в зависимости от объема снегоприноса и работоспособности имеющихся насаждений. При этом исходят из необходимости обеспечивать плотную конструкцию лесных полос и соответствующее объему снегоприноса расстояние от наветренной опушки насаждений до бровки земляного полотна. Расстояния между дополнительными рядами принимаются в пределах 2,5 - 3,5 м.

Плотная конструкция лесных полос обеспечивается посадкой с полевой стороны дополнительной двухрядной кустарниковой опушки, а при изреженности имеющихся насаждений в древесном ярусе - посадкой

кустарниковой опушки в сочетании с несколькими рядами низко- и высококоронных деревьев.

Таблица 3.5 – Расстояние от первого полевого ряда новой наветренной опушки насаждений до бровки земляного полотна дороги

Объем снегоприноса, м ³ /м	Расстояние от новой полевой опушки насаждений до бровки земляного полотна дороги, м	
	для полевой лесополосы с закрайками*	для придорожной лесополосы в двухполосных насаждениях без закрайки
25	29	
50	39	
75	52	37,5
100	64	37,5
125	77	37,5
150	84	37,5
200	94	37,5

Закрайкой называется обрабатываемая при создании лесных полос лента земли шириной 1,5 м, примыкающая к полевому опушечному ряду лесополосы.

Расстояние от первого полевого ряда новой наветренной опушки насаждений до бровки земляного полотна дороги должны быть не менее указанных в таблице 3.5.

Дополнительные лесные полосы проектируют обычно при объемах снегоприноса 100 м³/м и более в тех случаях, когда имеющиеся насаждения, расположенные на недостаточном удалении от дороги, нецелесообразно усиливать путем увеличения их ширины в связи с необходимостью посадки более шести-семи рядов деревьев и кустарников.

При создании дополнительных лесных полос часто возникает необходимость одновременного усиления имеющихся придорожных насаждений путем увеличения их ширины [22].

Типовые схемы размещения дополнительных лесных полос в сочетании с усилением соответствующих придорожных насаждений в зависимости от объема снегоприноса. Величина параметров l_1 , l_2 и d зависит от ширины существующей лесной полосы C , ее расстояния от дороги и ширины дополнительных лесных полос.

Подготовка почвы под лесные полосы и выращивание снегозащитных лесонасаждений осуществляются с соблюдением региональных требований, предъявляемых к выращиванию защитных лесонасаждений.

Число уходов за почвой (рыхление, культивация, прополка и др.) при создании защитных лесонасаждений вдоль автомобильных дорог устанавливается в зависимости от природной зоны (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Природные зоны

Возраст полос	Лесная зона и лесостепь		Степь		Сухая степь	
	Уходы					
	в междурядьях и закрайках	в рядах	в междурядьях и закрайках	в рядах	в междурядьях и закрайках	в рядах
1	4	3-4	4-5	3-4	4-5	4-5
2	4	3-4	4-5	3-4	4-5	3-4
3	3-4	2-3	3-4	2-3	3-4	2-3
4	2-3	1-2	2-3	1-2	2-3	1-2
5	2		2	1	2	1
6			2		2	
7			2		2	
8			2		2	
9					2	
10					2	
Всего	15-17	9-13	21-25	10-13	25-29	11-15

Снегозащитные лесные полосы создаются главным образом посадкой сеянцев или саженцев, а также посевом семян древесных и кустарниковых пород или комбинированным способом (посевом и посадкой). Посев семян производится применительно к установленным схемам посадки сплошной строчкой или лунками, равномерно распределенными в ряду. Примерные нормы высева и глубины заделки семян указаны в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Нормы высева и глубины заделки семян

Древесные и кустарниковые породы	Количество семян 1-го взамен одного сеянца при посадке	Глубина заделки семян, см
Дуб	4	6-10
Ясень (обыкновенный, пушистый, зеленый)	15-20	4-5
Клен (остролистный, ясенелистный, явор, татарский)	15-25	3-4
Вяз (обыкновенный, мелколистный)	50	1-2
Акация белая	20	4-5
Лох узколистный	20	4-5
Акация желтая	15	5-6
Лещина	5	5-6

Посевы и посадки при необходимости пополняют осенью или весной после первого вегетационного периода. При ширине междурядий 2,5 м пополнение рядов производится во всех случаях, когда расстояние в рядах между прижившимися сеянцами превышает 1 м. В живых изгородях посадки пополняют во всех местах отпада. Пополнение производят лучшим посадочным материалом тех пород, которые отпали, и только в ямки под лопату.

Снегозащитные лесонасаждения, созданные подрядным способом,

передаются в эксплуатацию дорожным организациям в 3 - 5-летнем возрасте при сомкнутости крон (в облиственном состоянии) не ниже 90%. В зоне комплексных каштановых почв сомкнутость крон определяется в рядах.

Декоративное озеленение. В соответствии с существующими садово-парковыми стилями и местными условиями декоративное озеленение автомобильных дорог выполняется следующими приемами:

регулярным - линейные (аллейные или рядовые) посадки деревьев и кустарников, а также живые изгороди;

ландшафтным или *свободным* - групповые посадки деревьев и кустарников в увязке с прилегающим к дороге ландшафтом;

смешанным - сочетание регулярных и свободных посадок, а также комплексные посадки у перекрестков, автобусных остановок, путепроводов, у входов в лес и т.п.

Декоративные аллейные насаждения размещают не ближе 6 - 7 м от бровки земляного полотна, а при наличии высоких насыпей и глубоких выемок - не ближе 1 м от подошвы насыпи или бровки выемки. Декоративные насаждения создают так, чтобы древесно-кустарниковые посадки не вызывали заносов на дороге. Живые изгороди, а также плотные ландшафтные группы из деревьев и кустарников, размещенные близко к дороге, проходящей даже в незаносимой насыпи, в ряде случаев могут вызывать снежные заносы, во избежание которых посадки размещают с учетом длины возможных снежных шлейфов, но не ближе 12 - 15 м от земляного полотна. Вместе с тем растения, используемые для озеленения дорог, должны иметь определенные декоративные качества (форму и размеры крон, цвет листьев, общий габитус и др.), позволяющие создавать красивые насаждения [10].



Рисунок 3.41 – Декоративное озеленение

На подъездах к населенным пунктам и в других местах применяют цветочное оформление в виде рабаток (грядок или полосок), клумб и особенно цветочных пятен, а также участков цветущего газона.

При создании декоративных насаждений и уходе в каждом регионе применяется технология, принятая в зеленом строительстве.

Противоэрозионное озеленение. Противоэрозионное озеленение

проводят с целью защиты дорог от разрушительного действия растущих оврагов, размыва непосредственно водными потоками, размыва и разрушения селевыми потоками, а также с целью борьбы с оползнями.

Противоэрозионные и противооползневые насаждения создают в каждом случае по специально разработанному проекту.

Приовражные лесные полосы размещают вдоль бровок оврагов и выше вершины на 30 - 50 м.

Ширину приовражных полос принимают от 20 до 50 м в зависимости от изрезанности ложбинами и промоинами прилегающих склонов, а также с учетом общего характера рельефа местности в отношении направления и концентрации поверхностного стока [24].

Противоэрозионное озеленение оврагов следует сочетать с простейшими гидротехническими сооружениями: обвалованием с целью отвода стока от размываемых вершин, устройством водосборных лотков, запруд и т.п.

Для защиты от размыва откосов дамб и насыпей на затопляемых поймах рек преимущественно применяют посадки местных кустарниковых и древовидных ив, размещая их полосами вдоль откосов в пределах высшего и низшего уровней воды. Посадки проводят весной, начиная от линии высшего уровня воды и продолжая по мере ее спада.

Для защиты дорог от размыва и разрушения селевыми потоками применяют посадку массивных насаждений на селеопасных склонах гор в сочетании с техническими укрепительными мероприятиями.

Пескозащитное озеленение. Пескозащитное озеленение производится с целью защиты автомобильных дорог от песчаных заносов путем создания насаждений, закрепления прилегающих к дороге песков посевом трав и установления специального режима использования данной территории.

Пескозащитные насаждения создают в каждом случае по специально разработанному проекту.

При закреплении песков растительностью вспомогательными средствами, приостанавливающими движение песков на период прорастания семян и укрепления корневой системы растений, служат механическая защита, розлив вяжущих материалов или другие способы фиксации поверхности песков.

Растительностью закрепляют барханные и слабозаросшие пески, а также очаги дефляции ("язвы" и котловины выдувания в полузаросших и заросших песках).

Пески закрепляют растительностью:

- по обе стороны дороги, если ось ее совпадает с направлением движения песков или составляет с ним угол меньше 30°C ;
- только с наветренной стороны дороги, если пески имеют явно выраженное поступательное движение, направленное под углом больше 30°C к оси дороги, и заносы с противоположной стороны невозможны.

При фитомелиорации песков для защиты дорог от заносов пески равномерно заращивают (сплошное облесение).

Сплошное облесение применяют как основной способ закрепления песков всюду, где условия произрастания растений (влажность песков) позволяют создавать достаточно густые насаждения, необходимые для полной остановки движения песков [4].

Условия произрастания растений оценивают по данным изысканий, по опыту фитомелиоративных работ и по состоянию естественной растительности в ближайших районах со сходными местными условиями.

Сплошное облесение выполняют следующими способами:

- на участках, где дорога пересекает подвижные формы или вплотную приближается к ним, всю площадь закрепляемых полос засаживают в один сезон черенками, дичками и сеянцами кустарников с подсевом семян, сооружая механическую защиту или закрепляя битумной пленкой для предохранения растений от выдувания;

- на менее опасных участках "блокируют барханы": в первый год проводят посадку черенков и посев семян (без механической защиты или с защитой в небольшом объеме) в межбарханых понижениях и на нижних частях пологих склонов барханов; в следующие годы под защитой этих посадок засеивают вершины барханов, если они не зарастают естественным путем;

- наименее опасные участки песков оставляют для самозарастания, создавая для ускорения "очаги облесения" - участки насаждений площадью по 0,1 - 0,5 га на каждые 2 - 3 га песков.

Для предохранения посадок и посевов от выдувания применяют следующие защиты:

- механическую устильно-рядовую укладку камыша или травы поперечными к направлению ветра рядами шириной 25 - 30 см (при продольной укладке камыша или травы в ряду) или 50 - 70 см (при поперечной укладке). Промежутки между рядами делают 2 - 4 м. Ряды закрепляют легкой присыпкой песком и притрамбовывают. Расход материала от 30 до 90 м³/га. Этот вид защиты рекомендуется в районах с ветрами средней силы;

- механическую стоячую полульную (полураскрытую), при которой траву или резаный камыш длиной от 25 до 70 см поперечными к ветру рядами или клетками 2×2, 3×3 или 4×4 устанавливают в канавки глубиной 20 - 30 см в виде заборчика толщиной 6 - 8 см, выравнивают вертикально (для полустоячих защит с наклоном по ветру под углом 20 - 25°С), присыпают песком и притрамбовывают. Лучшее время установки - декабрь. Расход материала от 60 до 100 м³/га, выработка - 70 - 150 м ряда на 1 чел. - день. Защита этого вида выдерживает сильные ветры. Ее недостаток - иссушение песка, ухудшающее условия развития растений;

- временное закрепление поверхности песка жидкообразными вяжущими материалами-фиксаторами. Нормы расхода фиксаторов для

закрепления песков, методику определения расхода битумной эмульсии рабочего состава, а также технологию работ принимают в соответствии с действующими положениями.

При выборе растений для закрепления песков целесообразно использовать местные виды, развивающиеся лучше других. Наиболее рационально применять растения, хорошо развивающиеся как на не заросших, так и на заросших песках.

Семена собирают с хорошо развитых, обильно плодоносящих растений, не пораженных болезнями или вредителями. Участки для заготовки семян выбирают по согласованию с органами лесного хозяйства.

Для заготовки черенков выбирают хорошо развитые молодые прямые побеги здоровых молодых растений, имеющие толщину в комле не менее 1 см, а длину 40 - 50 см. Заготовленные в январе-феврале, черенки перед посадкой прикапывают или высаживают, оберегая от пересушивания. Наилучшие результаты дают черенки, срезанные перед началом весеннего движения соков и сразу же высаженные [11].

Посев семян на песках проводится без подготовки почвы на небольших участках, закрепленных механической защитой. Семена бросают на песок и слегка притрамбовывают. На участках без защиты, в местах, не подверженных выдуванию, семена высевают в лунки: лопатой поднимают слой песка толщиной 2 - 3 см, бросают в лунку несколько семян и присыпают их тем же песком. На больших площадях применяют механизированные способы сева и аэросев с предварительным обескрыливанием семян.

Наилучшие результаты в южных пустынях дают посевы зимой и перед весенними дождями. В северной части пустынной зоны применяют осенние и весенние посевы.

Для получения нормальной густоты (800 - 1500 растений на 1 га) посадки проводят с интервалами 1 - 3 или 1 - 2 м, высаживая на 1 га 3 - 5 тыс. черенков. При комбинированных посадках с посевом трав высаживают половинную норму черенков. В северной части пустынной зоны благодаря большой влажности песков можно допускать значительно более густое расположение растений - до 7 - 10 тыс. черенков на 1 га.

Посадка сеянцев и укоренившихся черенков рекомендуется только в местах с особенно неблагоприятными условиями произрастания, где другие способы не дают удовлетворительных результатов. Сеянцы и укорененные черенки, требующие квалифицированного ухода, выращивают в специальных питомниках лесного хозяйства.

Для улучшения приживаемости рекомендуется обмакивать сеянцы и черенки перед посадкой в глинистый раствор с добавкой гетероауксина (0,3 - 0,4 г/л).

Уход за посадками в первый год сводится к защите растений от выдувания. Индивидуальная защита отдельных растений путем пригребания к ним песка, обкладывания травой и тем более глиной не дает желаемого результата, поэтому на участках, подверженных выдуванию, рекомендуется применять закрепление поверхности вяжущими материалами или

механическую защиту [10].

Ремонт в первый год роста посадок проводится после каждого их повреждения. В следующие годы осуществляют пополнение - посадку растений на участках, где они не прижились, и ремонт механической защиты. На второй год обычно приходится вновь засаживать около половины общей площади, а на третий год еще 25%. Во взрослых насаждениях проводят планомерные выборочные рубки, которые удлиняют срок защитного действия насаждения и охраняют естественный самосев.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что относится к элементам карьера?
2. Как предотвратить попадание ливневых и паводковых вод в карьер?
3. Опишите способы вскрытия месторождения.
4. Какие условия применения скреперов на вскрышных работах существует?
5. Раскройте сущность транспортных работ в карьере.
6. Для чего предназначены взрывные выработки.
7. Кто разрабатывает и утверждает ППР?
8. Какие зоны образуются при взрыве в твердой среде?
9. Для чего и кем разрабатывается ПОС?
10. В какое время года рекомендуется производить расчистку дорожной полосы от леса? Почему?
11. Какими механизмами можно производить расчистку дорожной полосы от кустарника и мелколесья?
12. Какова последовательность работ при устройстве водопропускных труб?
13. Каковы сроки строительства элементов водосточно-дренажных систем, в частности, дренажей, коллекторов, закомочных дрен, бетонных лотков?
14. В чем заключается контроль качества работ при строительстве сооружений дорожного водоотвода и водосточно-дренажных систем аэродромов?
15. Каковы основные правила уплотнения грунта при засыпке водопропускных труб?
16. Каковы особенности технологии производства земляных работ при уширении земляного полотна в процессе реконструкции автомобильной дороги?
17. Перечислите марки органических вяжущих, применяемых для укрепления грунтов.
18. По каким признакам классифицируются асфальтобетонные смеси?
19. Каковы пути обеспечения шероховатости асфальтобетонных покрытий?
20. Какие средства механизации используются при разметке покрытий?

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Данные по вариантам для практических заданий приведены в приложении – 4.

№1

Дробление, сортировка и обогащение каменных материалов

Цель работы: Ознакомление с видами дробильной установки. Изучение методов и способов дробления.

Первый вариант - вывоз строительного мусора на свалку (рисунок 3.42)

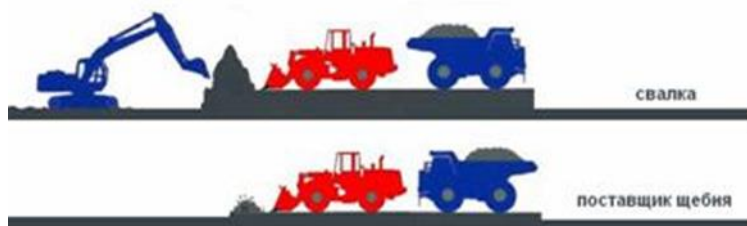


Рисунок 3.42 – Вывоз строительного мусора на свалку

Для вывоза строительного мусора на утилизацию необходимо вывести его на свалку. Цена услуги, которая предоставляется, фирмой по утилизации зависит, от цены за утилизацию одного м^3 (или тонны), количества материала, объёма используемого контейнера и расстоянием от стройки до свалки, после чего закупается новый материал для заполнения брешки. При этом клиент платит дважды: один раз за вывоз строительного мусора, а второй раз за закупку и привоз щебня, чтобы выровнять поверхность после сноса здания. Также простой транспортной техники в момент загрузки - разгрузки стоит дорого, равно как и простой рабочей силы на стройке.

Второй вариант - это дробление с помощью дробильной установки непосредственно на стройплощадке (рисунок 3.43)



Рисунок 3.43 - Дробление с помощью дробильной установки

Для этого необходимо: экскаватор, погрузчик и дробильная установка.

Цена за переработку строительного мусора таким способом зависит от стоимости транспортировки и производительности такой дробильной

установки. Транспортировка и установка такой дробильной установки довольно дорого и не всегда представляется возможным. Также нужно учесть и работу погрузчика. Для работы трёх единиц техники необходимо, по меньшей мере 3 человека: один на экскаваторе, один за дробильной установкой, один на погрузчике. И хотя производительность такой установки вдвое, втрое выше дробильного ковша ВФ, стоимость её использования в 6-7 раз превышает стоимость использования дробильного ковша. Да и в случае за блокировки дробильной установки продукция останавливается на несколько часов, в то время как чтобы разблокировать дробильный ковш, достаточно перевернуть его и он разблокируется. Конечно, дробление на месте позволяет, по сравнению с первым вариантом утилизации, сэкономить на транспорте и закупке дополнительного материала, но не всегда предоставляется возможность разместить громоздкую дробильную установку на месте стройки. Также для малого количества материала не имеет смысла брать её на прокат.

Третий вариант - это дробление с помощью дробильного ковша ВФ (рисунок 3.44)

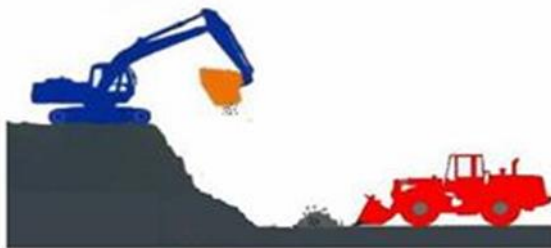


Рисунок 3.44 - Дробление с помощью дробильного ковша ВФ

Утилизация таким способом не сопряжена ни с затратами на транспорт, ни с закупкой дополнительного материала. Весь процесс утилизации и получение дополнительного материала происходит непосредственно на стройке без участия другого транспорта, в результате чего нет перебоя с подачей материала, что обеспечивает беспростойную работу рабочих на стройплощадке. В этом случае нужен экскаватор, который как правило уже имеется на строительной площадке. Также необходим погрузчик для перемещения и выравнивания переработанного материала, хотя можно обойтись и без него можно передвигать экскаватор и дробить материал непосредственно там, где это необходимо. Дробильные ковши ВФ предлагаются в 4х модификациях в зависимости от веса экскаватора, что позволяет эксплуатацию на экскаваторах от 8 до 45 тонн.

Порядок работы:

1. Изучить виды дробильной установки;
2. Изучить способы сортировки.

Принципы проектирования карьеров

Цель работы: Изучение принципов проектирования карьеров.

Содержание работы:

В практике горного производства добычи природных облицовочных пород широко используют закономерности изменения свойств пород как в зависимости от их состава и строения, так и в зависимости от воздействия внешних полей. Первоочередно эти закономерности используются при обосновании способов подготовки камня к выемке.

Требования, предъявляемые к облицовочному камню в части сохранения физико-механических свойств и декоративности, получения блоков определенных размеров и формы, обуславливают специфические цели и особенности вскрышных, горноподготовительных и добычных работ.

Выемка и перемещение вскрышных пород должны производиться так, чтобы наряду со вскрытием залежи обеспечивалось полное сохранение монолитности и декоративных свойств камня в подготавливаемом массиве.

Работы в карьерах по добыче блоков по производственным процессам, структурам комплексной механизации существенным образом отличаются от работ на карьерах по добыче других полезных ископаемых. Это в свою очередь обуславливает иной порядок и последовательность выполнения открытых горных работ в пределах карьерного поля, т. е. свою специфичную систему разработки.

При разработке месторождений облицовочного камня различные физико-механические свойства пород, требования, предъявляемые к сырью, условия залегания месторождений определяют рациональные варианты вскрытия и системы разработки, способы подготовки пород к выемке, комплекты оборудования для производства вскрышных, горноподготовительных и добычных работ, средства выемки, погрузки, транспортирования и переработки полезного ископаемого. Характерной особенностью освоения месторождения из природного камня является создание опытного карьера, используемого для добычи первоначального объема полезного ископаемого, необходимого для оценки блочности, декоративности и физико-механических свойств камня. После установления соответствия облицовочного камня определенным качественным и количественным показателям приступают к проектированию карьера. Выдается задание на проектирование.

Режим работы карьеров.

Режим работы карьеров по добыче блоков и камнеобрабатывающих заводов следует принимать круглогодовой при 5-дневной рабочей неделе с двумя совмещенными выходными днями. Например, годовой фонд рабочего времени при 5-дневной рабочей неделе с двумя совмещенными выходными днями принимается в соответствии/ с нормами технологического проектирования.

Годовой фонд рабочего времени

Продолжительность смены, ч;

Число/рабочих смен в сутках;

При сезонном режиме работы предприятий число рабочих дней в году устанавливается по климатическим зонам, исходя из непрерывной рабочей недели. Годовой фонд времени определяется за вычетом времени, необходимого для проведения планово-предупредительных ремонтов (без учета средних и капитальных). Число дней для предприятий, расположенных вне зоны составляет 260. В зависимости от климатических условий число рабочих дней в году для карьеров уточняется.

Суточный режим работы карьеров может быть одно-, двух* и трехсменный. Односменный режим следует принимать для карьеров по добыче блоков из прочных пород исходя из условий производства буровзрывных и буроклиновых работ в светлое время суток. При комплексной механизации добычи блоков для крупных карьеров следует принимать трехсменный режим работы, для карьеров небольшой производительности - двухсменный. Минимальным сроком существования камнедобывающего предприятия следует считать 25 лет.

Контрольные вопросы:

1. Какие требования, предъявляются к облицовочному камню?
2. Как производится выемка и перемещение вскрышных пород?
3. Опишите режим работы карьеров.
4. Опишите суточный режим работы карьеров.

Особенности организации работ поточным методом при строительстве аэродромов

Вспомогательные машины:

- катки;
- планировщики;
- рыхлители;
- автосамосвалы;
- поливо-моечные машины.

Технологические карты — это разработки, в которых содержатся основные сведения по технологии и организации строительно-монтажных работ.

В них приводят:

1. Полный перечень технологических процессов;
2. Последовательность их выполнения;
3. Необходимые средства (машины и рабочие);
4. Требуемые материалы;
5. Техничко-экономические показатели;
6. Меры по охране труда и технике безопасности.

Различают типовые и рабочие карты.

При возведении земляного полотна большое внимание уделяют вопросу искусственного уплотнения грунта.

Определение параметров потока.

Специализированный поток по возведению земляного полотна характеризуется следующими параметрами:

- скоростью потока (темп работ)

$$L_{\text{захв}} = \frac{L_{\text{общ}}}{T_{\text{стр}}} \quad (3.9)$$

где $L_{\text{захв}}$ — длина участка, выполняемых земляных работ за одну смену, п.м.;
 $L_{\text{общ}}$ — протяжённость автодороги по строительству земляного полотна, которую необходимо выполнить за время $T_{\text{стр}}$, п.м. - сменным объёмом

$$V_{\text{смен}} = \frac{\Sigma V_{\text{общ}}}{T_{\text{стр}}} \quad (3.10)$$

где $\Sigma V_{\text{общ}}$ — общий объём земляных работ на заданном участке автодороги, м³;

$T_{\text{стр}}$ – расчётное число рабочих смен для выполнения работ на заданном участке автодороги.

Определение оптимальной длины захватки

1. Сначала рассчитывается минимальная скорость потока по срокам строительства (для каждого конструктивного слоя):

$$l_{\min} = \frac{L_{\text{а/д}}}{T_{\text{стр}}} \quad (3.11)$$

где $L_{\text{а/д}}$ – длина строящейся дороги, м;

$T_{\text{стр}}$ – расчетный срок строительства данного конструктивного слоя.

2. Затем рассчитывается максимальная скорость потока по производительности ведущего механизма (для каждого конструктивного слоя):

$$l_{\max} = \frac{1000}{n} \quad (3.12)$$

где n – потребное количество машино-смен ведущего механизма на 1 км строящегося конструктивного слоя.

Расчет оптимального темпа потока производится следующим образом:

3. Оптимальная скорость потока выбирается при выполнении следующих условий:

- 1) $l_{\max} \geq l_{\min}$
- 2) $l_{\max 1 \text{ слоя}} \geq l_{\max 2 \text{ слоя}} \geq \dots \geq l_{\max n \text{ слоя}}$
- 3) $l_{\text{опт}} \geq l_{\max}$ или
- 4) $l_{\min} \leq l_{\text{опт}} \leq l_{\max}$
- 5) $l_{\text{опт} 1 \text{ слоя}} \geq l_{\text{опт} 2 \text{ слоя}} \geq \dots \geq l_{\text{опт} n \text{ слоя}}$

Например:

$l_{\max}=550$ м – устройство нижнего слоя основания из ПГС (ведущий механизм – экскаватор, на погрузке ПГС);

$l_{\max}=250$ м – устройство верхнего слоя основания из щебня (ведущий механизм – щебнераспределитель);

$l_{\max}=450$ м – устройство а/б покрытия (ведущий механизм – асфальтоукладчик).

Увеличивая количество щебнераспределителей до 2 единиц, принимаем $l_{\text{опт}} = 500$ м, для всего специализированного потока по устройству дорожной одежды.

Результаты расчетов записать.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Плотность грунта при возведении насыпи на месте производства работ контролируется прибором

- 1) прибор инженера Ковалева;
- 2) длиннобазовый прогибомер;
- 3) жесткий штамп;
- 4) прибор стандартного уплотнения СоюздорНИИ;
- 5) трехметровая рейка.

2. Возведение земляного полотна осуществляется в следующей технологической последовательности

- 1) послойная отсыпка насыпи с уплотнением грунта;
- 2) снятие растительного слоя, послойная отсыпка грунта с уплотнением, планировочные работы;
- 3) снятие растительного слоя, уплотнение подошвы насыпи, послойная отсыпка с уплотнением, планировочные работы;
- 4) отсыпка насыпи на полную высоту с уплотнением, планировочные работы;
- 5) снятие растительного слоя, отсыпка насыпи на полную высоту и уплотнение.

3. Подготовка дорожной полосы включает следующие виды работ

- 1) строительство водоотводных сооружений, малых мостов;
- 2) строительство временных объездных дорог, подготовка карьеров к разработке грунта;
- 3) восстановление и закрепление трассы, разбивочные работы, расчистка дорожной полосы;
- 4) расчистка дорожной полосы, снятие растительного слоя;
- 5) подготовка документации, завоз материалов, строительство малых искусственных сооружений.

5. Из боковых резервов земляное полотно возводится следующими механизмами

- 1) бульдозером, скрепером, грейдер - элеватором, средствами гидромеханизации;
- 2) бульдозером, скрепером, автовозкой;
- 3) бульдозером, скрепером, автогрейдером, грейдер – элеватором;
- 4) только бульдозером или грейдер – элеватором;
- 5) автовозкой, катком, поливомоечной машиной.

6. От чего зависит выбор уплотняющих средств

- 1) от вида грунта, от потребного уплотнения, от влажности;
- 2) от вида грунта, толщины слоя, от состояния грунта;
- 3) от производительности катков и от влажности грунта;
- 4) от толщины слоя и производительности катков;
- 5) только от производительности катков.

7. Как укрепляются откосы земполотна в обычных условиях
 - 1) розлив битума;
 - 2) засев травами;
 - 3) железобетонными плитами;
 - 4) неткаными синтетическими материалами;
 - 5) решетчатыми конструкциями.
8. Строительство котлована под трубу осуществляется
 - 1) бульдозером и экскаватором;
 - 2) бульдозером, скрепером, экскаватором;
 - 3) автогрейдером;
 - 4) бульдозером, автовозкой;
 - 5) грейдер - элеватором, автовозкой.
9. Обратная засыпка трубы производится
 - 1) послойно механизмами сразу всю трубу, на полную высоту насыпи;
 - 2) послойно, вручную тело трубы до 0,5 м над трубой, затем механизмами послойно;
 - 3) послойно, вручную тело трубы до 1,0 м над трубой, затем механизмами сразу на всю высоту насыпи;
 - 4) сразу механизмами тело трубы, потом оголовки;
 - 5) механизмами сначала оголовки, а затем тело трубы.
10. От чего зависит выбор схемы движения скреперов при возведении земляного полотна
 - 1) от длины захватки и наличия резервов;
 - 2) только от длины захватки;
 - 3) только от наличия резервов;
 - 4) от высоты насыпи;
 - 5) от вместимости ковша скрепера.
11. Возведение земляного полотна осуществляется
 - 1) послойно сразу на всю ширину насыпи;
 - 2) сразу на всю высоту и ширину насыпи;
 - 3) от краев к середине, послойно;
 - 4) сначала на одной стороне от оси, затем на другой;
 - 5) от середины к краям.
12. Уплотнение грунта при засыпке трубы
 - 1) гладковальцовыми катками;
 - 2) трамбующими плитами;
 - 3) ручными пневмотрамбовками, а потом после 0,5 м катком;
 - 4) пневмокатками;
 - 5) решетчатыми катками.
13. Контроль качества готового земляного полотна
 - 1) качества грунта, влажность, плотность;
 - 2) геометрические размеры, качество уплотнения, ровность, заложение откосов;
 - 3) геометрические размеры, качество уплотнения, физико-

механические свойства грунта;

- 4) только геометрические размеры;
- 5) только влажность и плотность грунта.

14. Виды взрывчатых веществ

- 1) твердые, жидкие;
- 2) твердые, пластичные, порошкообразные;
- 3) только твердые;
- 4) только порошкообразные и жидкие;
- 5) газообразные.

15. Для размещения больших зарядов взрывчатых веществ используют

- 1) рукава;
- 2) шпуры;
- 3) зарядные камеры;
- 4) скважины;
- 5) канавы.

16. Для подготовки площади для разработки грунта в зимний период проводят работы

- 1) постоянно очищают разрабатываемую поверхность от снега и льда по всей площади;
- 2) предварительно разрыхляют поверхность грунта до заморозков на глубину 15-20 см;
- 3) до заморозков готовят шпуры или скважины;
- 4) предохраняют поверхность грунта от промерзания с помощью теплоизоляционных материалов;
- 5) применяют специальный обогрев для поверхности грунт.

17. Раздел науки о механических, химических, а также иных способах и процессах обработки материалов и изделий, в результате которых создаются отдельные элементы строящегося объекта и объект в целом

- 1) механизация работ;
- 2) организация работ;
- 3) индустриализация работ;
- 4) технология строительства;
- 5) автоматизация работ.

18. К поточным методам строительства автодороги относят:

- 1) методы организации строительства автомобильных дорог;
- 2) комплексный поток, его составные части;
- 3) назначение и методика составления технологических карт;
- 4) проектирование комплексного потока;
- 5) все перечисленные.

19. Технологическая операция по удалению растительного слоя машинами с ножевыми рабочими органами с перемещением его сторону

- 1) срезка слоя;
- 2) резание грунта;
- 3) рыхление грунта;
- 4) рыхление слоя;

5) срезка грунта.

20. Комплекс строительно-монтажных работ по обеспечению защиты конструкции пролетного строения моста или поверхности трубы от увлажнения и коррозии путем нанесения битумных материалов, приклеивания рулонных материалов.

- 1) устройство гидроизоляции;
- 2) дорожное устройство;
- 3) устройство земполотна;
- 4) устройство дополнительных слоев;
- 5) все перечисленные.

КРАТКИЕ ВЫВОДЫ

При изучении раздела обучающиеся осваивают следующие знания и навыки: технологию возведения земляного полотна, технологию строительства различных покрытий, производственные предприятия, карьерные и вскрышные работы.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисенко Р.И., Жаров И.С. Открытая разработка месторождений дорожно-строительных материалов и производственные предприятия. М., Транспорт, 1985.
2. Геодезические работы в строительстве. СНиП 3.01.03-84.
3. Горецкий Л.И., Бапздо В.И. Полосин - Никитин СМ. Строительство аэродромов. М., Транспорт, 1980.
4. Инструкция по диагностике и оценке транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог. Астана, 2014.
5. Инструкция по оценке качества содержания автомобильных дорог общего пользования при весеннем и осеннем обследованиях. Астана, 2000.
6. Инструкция по классификации работ при эксплуатации автомобильных дорог. Алматы, 2003.
7. Инструкция по контролю качества и приемке работ при ремонте, капитальном ремонте, реконструкции и строительстве мостов, путепроводов и малых искусственных сооружений на автомобильных дорогах Республики Казахстан, Астана, 2014.
8. Инструкция по назначению межремонтных сроков службы нежестких дорожных одежд и покрытий. Астана, 2016.
9. Инструкция по технологии строительства цементобетонных покрытий с учетом климатических условий Казахстана. Астана, 2014.
10. Каменев С.Н. Строительство автомобильных дорог и аэродромов. Издательский Дом «Ин-Фолио» 2010.
11. Кубасов А.У., Чумаков Ю.Л., Широков С.Д. Строительство, ремонт и содержание автомобильных дорог. М., Транспорт, .1985.
12. Методические указания. Разработка проектов инженерных устройств и обстановки пути автомобильных дорог. Астана, 2002
13. Организация строительного производства СНиП 3.01.01-85.
14. Правила приемки работ при строительстве, капитальном и среднем ремонте автодорог. Астана, 2014.
15. Правила установки дорожных знаков на автодорогах. Астана, 2010.
16. ПР РК 218-113-2014 «Инструкция по контролю качества и приемке работ при строительстве и ремонте автомобильных дорог», Астана, 2014.
17. СНиП 3.06.03-85 Автомобильные дороги.
18. СНиП Ш-46-79 Аэродромы. Правила производства и приемки работ.
19. Строительная климатология и геофизика. СНиП 2.01.01.-82.

20. Технические указания по применению битумных шламмов для устройства защитных слоев автодорог. Астана, 2014.
21. Технические решения по устройству деформационных швов автомобильных дорог с каталогом материалов. Астана, 2016.
22. Технические указания по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью. Астана, 2013.
23. Технические правила содержания и ремонта искусственных сооружений на автомобильных дорогах. Астана, 2000.
24. Тульчинский А.С. Основы строительных работ. М., Высшая школа.
25. Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог. Астана, 2016.
26. Халиманчук А.И. Производственные предприятия, Астана, 2009.
27. <https://www.gabion.kz/>
28. https://www.sds-center.ru/news/statja_ustrojstvo_drenaznyh_sistem
29. <https://ceiis.mos.ru/presscenter/news/detail/6333967.html>
30. <https://pandia.ru/text/77/23/54836.php>

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное учебное пособие состоит из трех разделов, в каждом из которых представлены сведения по отдельным модулям типового учебного плана технического и профессионального образования.

В пособии изложены основные требования, предъявляемые при проектировании и строительстве автомобильных дорог и аэродромов.

Правильно спроектированная дорога обеспечивает безопасное движение с расчетными скоростями, высоким уровнем удобства как одиночных автомобилей, так и транспортных потоков даже в самые напряженные периоды работы дорог, надежность и долговечность земляного полотна, дорожных одежд, искусственных сооружений и т.д.

В пособии описываются технологическая последовательность и организация работ по возведению земляного полотна, устройству конструктивных слоев дорожной одежды, водопропускных труб, установке дорожных знаков, дорожных ограждений, зимнее содержание, озеленение и ремонтные работы на различных участках дорог.

Отдельный раздел посвящен расчетам по затрату и основам рыночной экономики, планирование и организация производства, учет и отчетность в условиях рыночной экономики.

Пособие не заменяет СНиПы, ГОСТы и другие нормативные документы и предназначено для оказания помощи обучающимся при обучении на специальность «Строительство автомобильных дорог и аэродромов» квалификации «Техник-строитель».

ГЛОССАРИЙ

Автомобильная дорога - комплекс инженерных сооружений, предназначенных для движения автомобилей, обеспечивающий непрерывное, безопасное движение автомобилей и других транспортных средств с установленными скоростями, нагрузками, габаритами, а также участки земель, предоставленные для размещения этого комплекса (земли транспорта), и воздушное пространство над ними в пределах установленного габарита.

Активы - имущество, принадлежащее предприятию на правах собственности и имеющее денежную оценку.

Амортизация - процесс постепенного перенесения стоимости средств труда по мере их износа на готовый продукт.

Асфальтобетон - битумоминеральный материал, полученный в результате уплотнения асфальтобетонной смеси, отвечающий требованиям нормативных документов.

Асфальтобетонная смесь - рационально подобранная смесь минеральных материалов с органическим вяжущим, взятых в определенных соотношениях и перемешанных в нагретом состоянии.

Бровка - линия пересечения плоскости откоса и поверхности земляного полотна в местах их сопряжения. По ней определяются рабочие отметки земляного полотна автомобильной дороги.

Вариант трассы - одно из нескольких решений проложения трассы.

Выраж - однокатный профиль проезжей части с уклоном, направленным к центру кривой.

Водоотвод дорожный - комплекс сооружений и отдельных конструктивных устройств, предназначенный для предотвращения переувлажнения земляного полотна и скопления воды на дорожном покрытии.

Выемка - земляное сооружение в виде траншеи в естественном грунте, разработанное по заданному профилю, в котором в результате срезки грунта поверхность проезжей части расположена ниже поверхности земли.

Выработка - объем произведенной продукции в единицу времени.

Выторфовывание - удаление слабого грунта (торфа) в основании насыпи земляного полотна.

Вяжущие органические - смесь высокомолекулярных органических соединений различного строения. Исходным сырьем для их получения является нефть, содержащие битум породы, горючие сланцы (для получения битума), каменный уголь, древесина и торф (для получения дегтя).

Гидромеханизация - механизированный способ производства земляных работ или горных выработок путем их разработки, перемещения в отвал (гидротранспортирование) или укладки грунта в тело сооружения земляного полотна с использованием энергии струи и потока воды с частичным отводом воды.

Глубина промерзания - расстояние от земной поверхности до нижней границы промерзшего за зимний период грунта.

Гравийная смесь - гравийный материал в виде природной или искусственно составленной смеси с содержанием зерен гравия размером более 5 мм в количестве от 50 до 80%.

Гравийно-песчаные материалы - разновидность карьерных гравийных материалов с массовой долей песчаных зерен более 50% и гравийных не менее 20%.

Гранулометрический (зерновой) состав грунта - содержание по массе групп частиц грунта различной крупности по отношению к общей массе абсолютно сухого грунта.

Грохочение (сортировка) - способ разделения смеси минеральных зерен песка, гравия, щебня и других сыпучих материалов по крупности их зерен (по фракциям) с помощью специального сортировочного оборудования (сит, грохотов разных типов).

Грунт - горные породы, залегающие преимущественно в пределах зоны выветривания земли и являющиеся объектом инженерно-строительной и хозяйственной деятельности человека.

Дополнительные слои основания – (морозозащитные, теплоизоляционные, дренирующие и др.) - слои между основанием и верхом рабочего слоя земляного полотна, обеспечивающие морозоустойчивость и дренирование дорожной одежды и верхней части земляного полотна.

Дорожно – климатическое районирование - разделение территории на районы (зоны) с более или менее однородными климатическими условиями для целей проектирования и строительства дорог. В зависимости от степени увлажнения, глубины залегания грунтовых вод, глубины промерзания грунтов и среднегодового количества осадков территория Республики Казахстан разделена на три дорожно - климатических зон.

Дорожное ограждение - устройство, предназначенное для обеспечения движения транспорта с наименьшими рисками столкновений и съездов с дорог, предотвращения переезда через разделительную полосу, столкновения с встречным транспортным средством, наезда на массивные препятствия и сооружения, расположенные на обочине в полосе отвода дороги, на разделительной полосе, снижения риска возможности падения пешеходов с дороги или мостового сооружения, а также для упорядочения движения пешеходов и предотвращения выхода животных на проезжую часть.

Доход - разница между денежными поступлениями, полученными бизнесом, и расходами по ведению дел.

Дренаж - подземные каналы (дрены) из труб, камней и других материалов, устраиваемые для отвода грунтовых вод от сооружений, понижения уровня этих вод или осушения переувлажненных грунтов.

Дробление - процесс разрушения кусков горных пород, валунов, шлака, при котором механическим путем (сжатием, ударами, раздавливанием) преодолеваются внутренние силы сцепления, связывающие между собой частицы твердого тела. Процесс получения материала с

частицами мельче 5 мм в шаровых или других типах мельниц называют его измельчением, а получение материала с частицами крупнее 5 мм в дробилках различных типов и систем - дроблением. Различают: одно -, двух - и многостадийное (многоступенчатое) дробление с перепуском дробимого материала через одну, две или более дробилок и систему грохотов с последовательным уменьшением размера щебня.

Задел - полезный объем дорожных работ, определяемый планом организации работ по опережению одних видов работ перед другими.

Захватка - участок строящейся дороги с повторяющимися производственными процессами, составом и объемом работ, на котором расположены основные производственные средства, выполняющие одну или несколько совмещенных по времени рабочих операций специализированного потока.

Земляное полотно - сооружение, предназначенное для размещения конструктивных слоев дорожной одежды и других элементов дороги. Возводится из местных или привозных грунтов с обеспечением устойчивости самого земляного полотна, его обочин, откосов и естественных подстилающих грунтов. К земляному полотну относят связанные с ним водоотводные сооружения: кюветы, канавы, резервы, дренажные устройства и др.

Износ - утрата средствами труда стоимости (меновой и потребительной) под действием различных причин (факторов).

Изыскания экономические - комплекс работ по сбору, обработке, систематизации и анализу исходных данных для обоснования и установления экономической целесообразности, очередности и стадийности строительства или реконструкции отдельных объектов дорожного строительства. Подразделяются на комплексные, включающие работы по технико - экономическому обоснованию дорожной сети административного или экономического района, и титульные, включающие работы по технико - экономическому обоснованию проекта отдельного объекта, намеченного к постройке или реконструкции.

Интенсивность движения - количество автомобилей, проходящих через данное сечение дороги за единицу времени.

Искусственные сооружения - сооружения, устраиваемые на дорогах при пересечении рек, оврагов, горных хребтов, дорог и других препятствий, снегозащитные, противообвальные. Основные искусственные сооружения: мосты, путепроводы, тоннели, эстакады, трубы, водоотводные устройства, галереи, подпорные стены и др.

Канализированные движения - установление при широкой проезжей части порядка движения потоков только по определенным полосам, выделенным на покрытии разметкой, во избежание неорганизованного движения по всей ширине проезжей части.

Лёссы - однородные пылевато - глинистые грунты, содержащие более 50 % пылеватых частиц, легко - и среднерастворимые соли, карбонаты кальция. В маловлажном состоянии способны держать вертикальный откос.

При значительном увлажнении дают просадку, легко размокают и размываются, а при полном водонасыщении могут переходить в плавунное состояние.

Материалы - продукция обрабатывающих отраслей промышленности.

Менеджмент — это совокупность современных технологий, принципов, методов, средств и форм управления, направленных на повышение эффективности работы различных предприятий. Менеджмент представляется в качестве процесса, окончанием или же его результативной точкой является конкретный результат в виде полученной продукции и достигнутых результатов. Менеджмент является системой, состоящей из отдельных частей, элементов, структура которых направлена на обработку входящих в неё ресурсов и их трансформацию в конечный результат.

Насыпь - искусственно сооруженный участок земляного полотна из насыпного грунта, в пределах которого поверхность проезжей части расположена выше уровня земли.

Нормирование - установление оптимальной величины экономических ресурсов (в минимальном, но достаточном объеме), необходимых для организации и осуществления нормальной (бесперебойной) хозяйственной деятельности предприятия.

Оборотные производственные фонды - часть производственных фондов предприятий, целиком потребляемая в одном производственном цикле и полностью переносящая свою стоимость на изготавливаемый продукт.

Организационная (общая) структура - совокупность функциональных подразделений предприятия, включающая производственную структуру, производственную инфраструктуру, непроизводственную инфраструктуру и структуру управления.

Основание дорожной одежды - несущая прочная часть дорожной одежды, обеспечивающая совместно с покрытием перераспределение и снижение давления на расположенные ниже дополнительные слои основания или грунт земляного полотна.

Основные средства предприятия — это стоимостное выражение средств труда, которые участвуют во многих производственных циклах, сохраняя при этом свою натуральную форму, и переносят свою стоимость на продукт постепенно, частями, по мере износа.

Основные фонды предприятия - основные активы (средства труда), используемые неоднократно или постоянно в течение длительного периода, но не менее одного года, для производства товаров, оказания услуг.

Пересечение дорог - узел автомобильных дорог, в котором сходящиеся дороги не прерываются и возможно сквозное движение по каждой из них. Пересечение дорог в зависимости от их значения и интенсивности движения устраивают в одном или в разных уровнях.

Пересечение дорог в одном уровне - вид пересечения дорог, в котором встречающиеся дороги и все специальные устройства для перевода движения с одной дороги на другую расположены в одном уровне. В зависимости от интенсивности движения пересечения дорог в одном уровне

выполняют в виде простого пересечения дорог или сложного (канализированного) с применением комплекса специальных устройств (островков, переходно - скоростных полос) для повышения безопасности движения при разделении, слиянии и пересечении транспортных потоков.

Персонал - личный состав работающих на предприятии.

Поверхностно – активные вещества (ПАВ) - химические или полимерные добавки для повышения активности сцепления вяжущего с поверхностью каменного материала. Молекулы ПАВ обладают амфотерными свойствами и состоят из двух групп - полярной и неполярной. Полярная - активная часть - обращена к каменному материалу, а неполярная - в битум, что обуславливает поверхностную (адсорбционную) активность ПАВ, их способность концентрироваться на межфазных поверхностях раздела (адсорбирования), изменяя свойства этих поверхностей. Различают ионогенные и неионогенные добавки. Ионогенные ПАВ подразделяют на катионактивные и анионактивные.

Предпринимательство - инициативная самостоятельная деятельность граждан и их объединений, осуществляемая на свой риск, под имущественную ответственность, направленная на получение прибыли.

Предприятие - самостоятельный хозяйствующий субъект, обладающий правами юридического лица, созданный в порядке, установленном законом для производства материальных благ и услуг, с целью удовлетворения общественных потребностей и получения прибыли.

Прибыль от реализации продукции - рассчитывается как разница между выручкой от реализации продукции (работ, услуг) без налога на добавленную стоимость и затратами на производство и реализацию, включенными в себестоимость продукции (работ, услуг).

Прибыль чистая - прибыль, остающаяся у предприятия после уплаты налогов и других платежей в бюджет; поступает в полное распоряжение предприятия.

Примыкание дорог - узел автомобильных дорог, где к одной дороге примыкает в одном или разных уровнях другая дорога, не имеющая прямого продолжения и прерывающаяся в этом узле. В зависимости от категории сходящихся дорог и перспективы перевода примыкания в пересечение применяют различные типы примыканий дорог.

Проезжая часть - основной элемент дороги, предназначенный для движения автомобилей. В зависимости от интенсивности движения проезжая часть может быть одно -, двух -, трех - и многополосной. Ширина проезжей части измеряется между кромками покрытия, зависит от категории дороги и числа полос движения.

Проектирование по обертывающей - метод проектирования проектной линии по возможности параллельно поверхности земли.

Проектирование по секущей - метод проектирования проектной линии, предусматривающий срезку возвышенностей рельефа местности с использованием грунта для отсыпки насыпей в пониженных местах.

Проектирование продольного профиля - установление положения земляного полотна дороги в продольном профиле по отношению к поверхности земли.

Производительность труда - интегральный показатель эффективности живого труда, вооруженного конкретными средствами производства и определенным образом организованного в пространстве и во времени.

Производственная программа - система плановых заданий, отражающих объем, номенклатуру и ассортимент выпускаемой продукции.

Производственная структура - совокупность образующих предприятие рабочих мест, участков, цехов и служб и их взаимосвязи, возникающие в процессе производства продукции.

Пропускная способность - количество ТС, которое может быть пропущено по одной полосе или по дороге в единицу времени (автомобилей/час).

Рабочая документация - стадия проектирования автомобильной дороги. В состав рабочей документации для строительства автомобильных дорог, зданий и сооружений на них входят: рабочие чертежи, разрабатываемые в соответствии с установленными требованиями (чертежи на элементы обстановки дорог, укрепительные сооружения, чертежи на устройства и сооружения, связанные с охраной природы и окружающей среды или рекультивацией земель, а также с охраной труда и безопасностью, чертежи, предназначенные для производства строительно - монтажных работ, установки различного оборудования, элементов конструкций и др.), объектные и локальные сметы; ведомости объемов строительно - монтажных работ, ведомости и сводные ведомости потребности в материалах; паспорта строительных рабочих чертежей; расчеты затрат труда и расхода основных материалов; расчеты показателей сметной стоимости и их изменение. Рабочая документация разрабатывается с учетом исходных данных, выдаваемых проектной организации заказчиком.

Район тяготения - территория народно - хозяйственного комплекса, которая будет обслуживаться проектируемой сетью автомобильных дорог или отдельной дорогой. Для предварительной оценки в район тяготения включают весь район изысканий. Границы района тяготения уточняют по результатам обследований с выявлением транспортных связей, грузообразующих пунктов и перспектив их развития.

Расчетная скорость - скорость движения транспортного средства (ТС) при хороших погодных условиях. При этой скорости проектировщики обеспечивают устойчивость автомобиля от опрокидывания, заноса и различных раскачек, а также обеспечивают требуемый остановочный путь.

Ресурсы - совокупность естественных (природных) и искусственных (рукотворных, созданных человеком) благ.

Ровность дорожного покрытия — это качественная характеристика состояния поверхности проезжей части по геометрическим параметрам, способным оказывать влияние на колебание движущегося транспортного средства в пределах чувствительности его демпфирующей системы.

Свободные ресурсы - ресурсы, потенциально не вовлеченные в хозяйственный оборот, количество которых неограниченно (условно неограниченно).

Смета объектная и локальная - основная часть сметной документации, разрабатываемая при проектировании согласно установленным формам. Сметная стоимость в составе рабочей документации определяется по прейскурантам, укрупненным показателям стоимости строительства на единицу объема или площади здания или протяженности линейного сооружения, дифференцированных в зависимости от их основных параметров, сметам к типовым и повторно применяемым экономичным индивидуальным проектам (объектам - аналогам), а при их отсутствии - по единичным расценкам и ценникам.

Сметная документация - часть общего комплекса проектной документации, определяющая сметную стоимость проектируемых автомобильных дорог, зданий и сооружений на них или их очередей строительства. В зависимости от стадии проектирования составляется следующая сметная документация: в составе проекта - сводный сметный расчет стоимости, сводка затрат, объектные и локальные сметные расчеты, сметы на проектные и изыскательские работы; в составе рабочей документации - объектные и локальные сметы; в составе рабочего проекта (при одностадийном проектировании) - сводный сметный расчет стоимости, сводка затрат, объектные и локальные сметы (объектные и локальные расчеты - для объектов с продолжительностью строительства свыше двух лет). В составе проектов и рабочей документации составляется также ведомость сметной стоимости строительства объектов, входящих в пусковой комплекс. К сметной документации в составе утвержденного проекта (рабочего проекта) разрабатывается специальная пояснительная записка, содержащая все исходные данные, принятые при разработке сметной документации.

Снабжение (материально-техническое) - приобретение, хранение и подготовка к использованию в процессе производства необходимых материально-технических ресурсов.

Стадии проектирования - порядок проектирования строительства и реконструкции дорог и дорожных сооружений. Установлены следующие стадии проектирования: проект (технико - экономическое обоснование), рабочая документация. Для объектов, строящихся по проектам массового и повторного применения и технически несложных, допускается разрабатывать на основе утвержденных (одобренных) обоснований инвестиций или имеющейся градостроительной документации сразу рабочую документацию (с включением в ее состав утверждаемой части).

Структура - упорядоченная совокупность взаимосвязанных элементов, находящихся между собой в устойчивых отношениях.

Суглинки - глинистые грунты с числом пластичности 7-17. В зависимости от содержания песчаных зерен суглинки разделяют: легкие с числом пластичности 7-12, содержащие более 40 % песчаных зерен; легкие

пылеватые с числом пластичности 7-12, содержащие менее 40 % песчаных зерен; тяжелые с числом пластичности 12-17, содержащие более 40% песчаных зерен; тяжелые пылеватые с числом пластичности 12-17, содержащие менее 40% песчаных зерен. Также различают суглинки гравелистые, содержащие 20-50 % окатанных зерен крупнее 2 мм, и щебенистые, содержащие 20-50 % остригоберных неокатанных зерен крупнее 2 мм.

Супеси - глинистые грунты с числом пластичности 1-7. В зависимости от содержания песчаных зерен супеси разделяют: супеси легкие, содержащие песчаных зерен размером 2...0,25 мм более 50 %; легкие крупные, содержащие песчаных зерен более 50 %; пылеватые, содержащие песчаных зерен от 20 до 50 %; тяжелые пылеватые, содержащие песчаных зерен менее 20 %. Также различают супеси гравелистые, содержащие 20-50 % окатанных зерен крупнее 2 мм, и щебенистые, содержащие 20-50 % остригоберных неокатанных зерен крупнее 2 мм.

Технология - совокупность операций и режимов работы машин и оборудования для обработки, изготовления, изменения свойств исходных материалов, применяемых в процессе производства для получения готовой продукции.

Транспортный поток – автомобили, которые двигаются в одном направлении с разными нагрузками, скоростями по самостоятельным маршрутам.

Трудовые ресурсы - трудоспособная часть населения, обладающая физическим развитием, умственными способностями и знаниями, необходимыми для занятия общественно-полезной трудовой деятельностью.

Трудоемкость - затраты рабочего времени на производство единицы продукции.

Фондоемкость - показатель, обратный показателю фондоотдачи, характеризующий отношение средней стоимости основных фондов к объему произведенной продукции.

Цена - денежное выражение стоимости товара.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

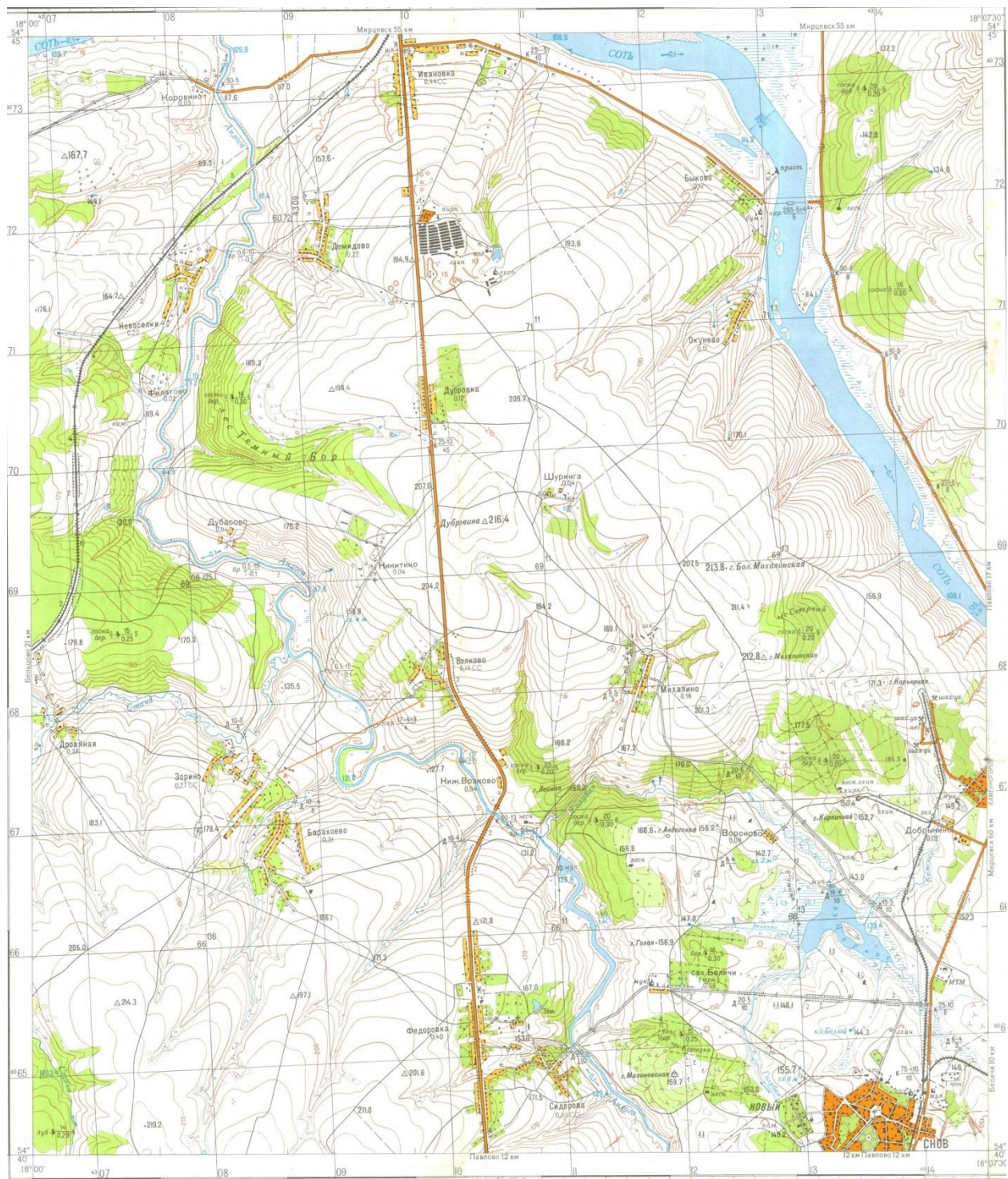
1. Автомобильные дороги. СНиП РК 3.03-09-2006. Издание официальное. Комитет по делам строительства Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан Астана. Алматы, 2014.
2. Бабков В.Ф. Развитие техники дорожного строительства. М., Транспорт. 1988.
3. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог. 4.1 и 4.2, М., Транспорт, 1987.
4. Балова Е.Ф. Нормирование труда рабочих в строительстве. М., 2006.
5. Богомоллов А.И. Гидравлика. Академия, 2015.
6. Бойков В.Н., П.И. Пospelов, Г.А. Федотов. Автоматизированное проектирование автомобильных дорог. М: Академия, 2017.
7. Борисенко Р.И., Жаров И.С. Открытая разработка месторождений дорожно-строительных материалов и производственные предприятия. М., Транспорт, 1985.
8. Волков О.И. «Экономика предприятия». М, Инфра, 2004.
9. Геодезические работы в строительстве. СНиП 3.01.03-84.
10. Горфинкель В.Я. «Экономика предприятия», ЮНИТИ, 2001.
11. ГОСТ 33100-2014 Межгосударственный стандарт. Дороги автомобильные общего пользования. Правила проектирования автомобильных дорог.
12. Инструкция по диагностике и оценке транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог. Астана, 2014.
13. Инструкция по оценке качества содержания автомобильных дорог общего пользования при весеннем и осеннем обследованиях. Астана, 2000.
14. Каменев С.Н. Строительство автомобильных дорог и аэродромов. Издательский Дом «Ин-Фолио», 2010.
15. Кубасов А.У., Чумаков Ю.Л., Широков С.Д. Строительство, ремонт и содержание автомобильных дорог. М., Транспорт, .1985.
16. Кудрявцев М.Н., Коганович В.Е. Изыскания и проектирование автомобильных дорог. М. Транспорт, 1980.
17. Либерман И.А. Цены и себестоимость строительной продукции. М., Финансы и статистика, 1997.
18. Назарбаев Н.А. народу Казахстана. Стратегия «Казахстан – 2050» - новый политический курс состоявшегося государства, 14 декабря 2012.
19. Общие положения по определению сметной стоимости в Республике Казахстан, 2005.
20. Организация строительного производства СНиП 3.01.01-85.
21. ПР РК 218-22.1-04 «Инструкция по классификации работ при эксплуатации автомобильных дорог и дорожных сооружений», 2004.
22. Правила приемки в эксплуатацию законченных строительством автодорог. Транспорт, 1983.
23. Рябушкин Т.В. «Экономика производства» М., 2002.

24. СНиП 3.06.03-85 Автомобильные дороги.
25. СНиП РК 1.02-18-2004. Инженерные изыскания в строительстве.
26. СНиП РК 1.03-06-2002. Строительное производство. Организация строительства предприятий, зданий и сооружений.
27. СНиП РК А.2.2–1–2001 «Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений».
28. СНиП РК.2-2002. Сметное дело. Астана, 2003.
29. СНиП Ш-46-79 Аэродромы. Правила производства и приемки работ.
30. Степанов В.И. «Экономика строительства», СПб: 2008.
31. Тульчинский А.С. Основы строительных работ. М., Высшая школа.
32. Федотов Г.А., П.И. Пospelов. Проектирование автомобильных дорог. Справочник энциклопедия дорожника. М. ФГУП «Информавтодор», 2007.
33. Федотов Г.А., Пospelов П.И. Изыскание и проектирование автомобильных дорог. М. Академия, 2015.
34. Хайкин Г.М. Сметное дело в строительстве. М., 1991.
35. Халиманчук А.И. Производственные предприятия, Астана, 2009.

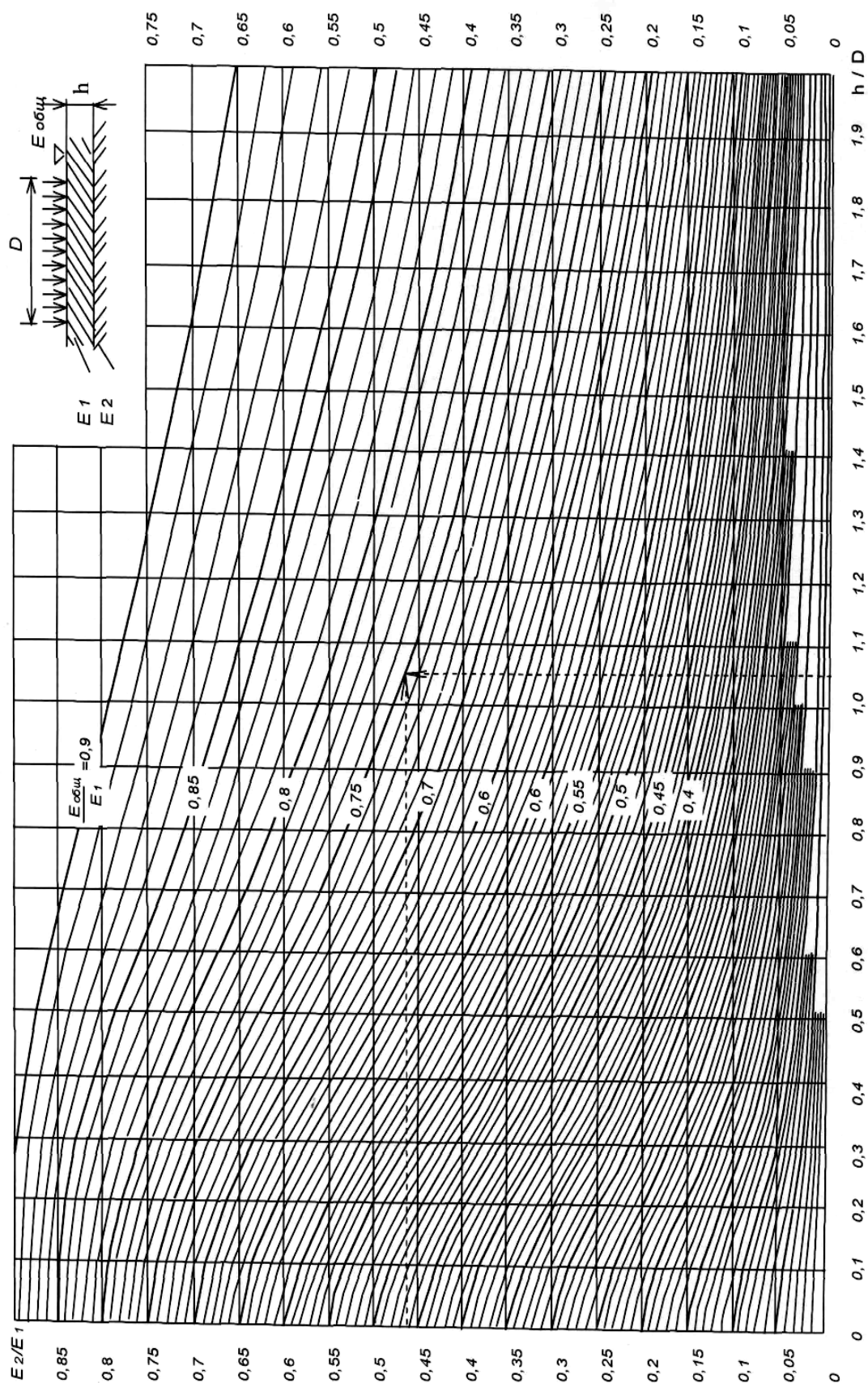
Приложение – 1а: Учебная топографическая карта М 1:10000
Масштаб (в 1 сантиметре 100 метров)
Сплошные горизонтали проведены через 2,5 метр



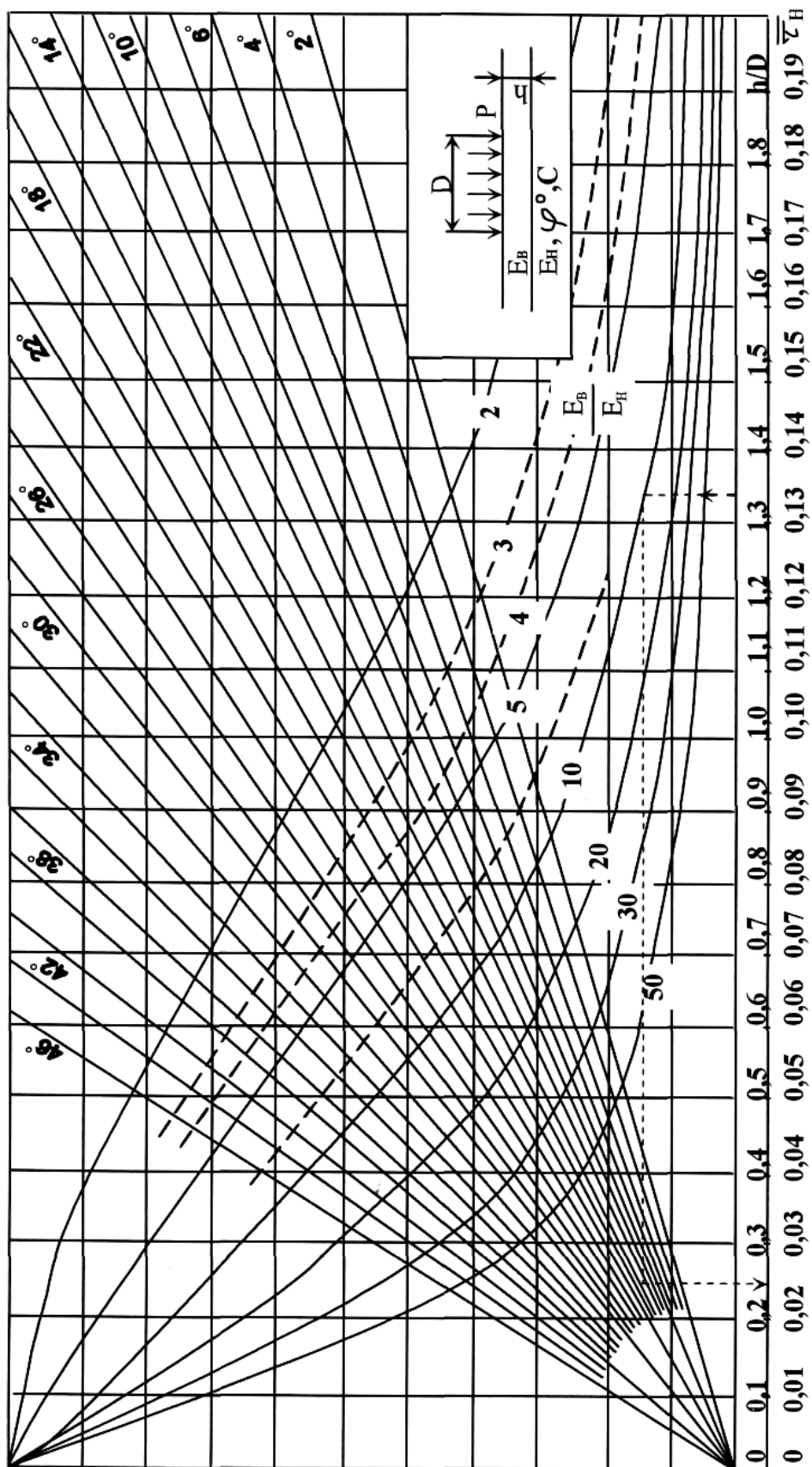
Приложение – 16: Учебная топографическая карта М 1:25000



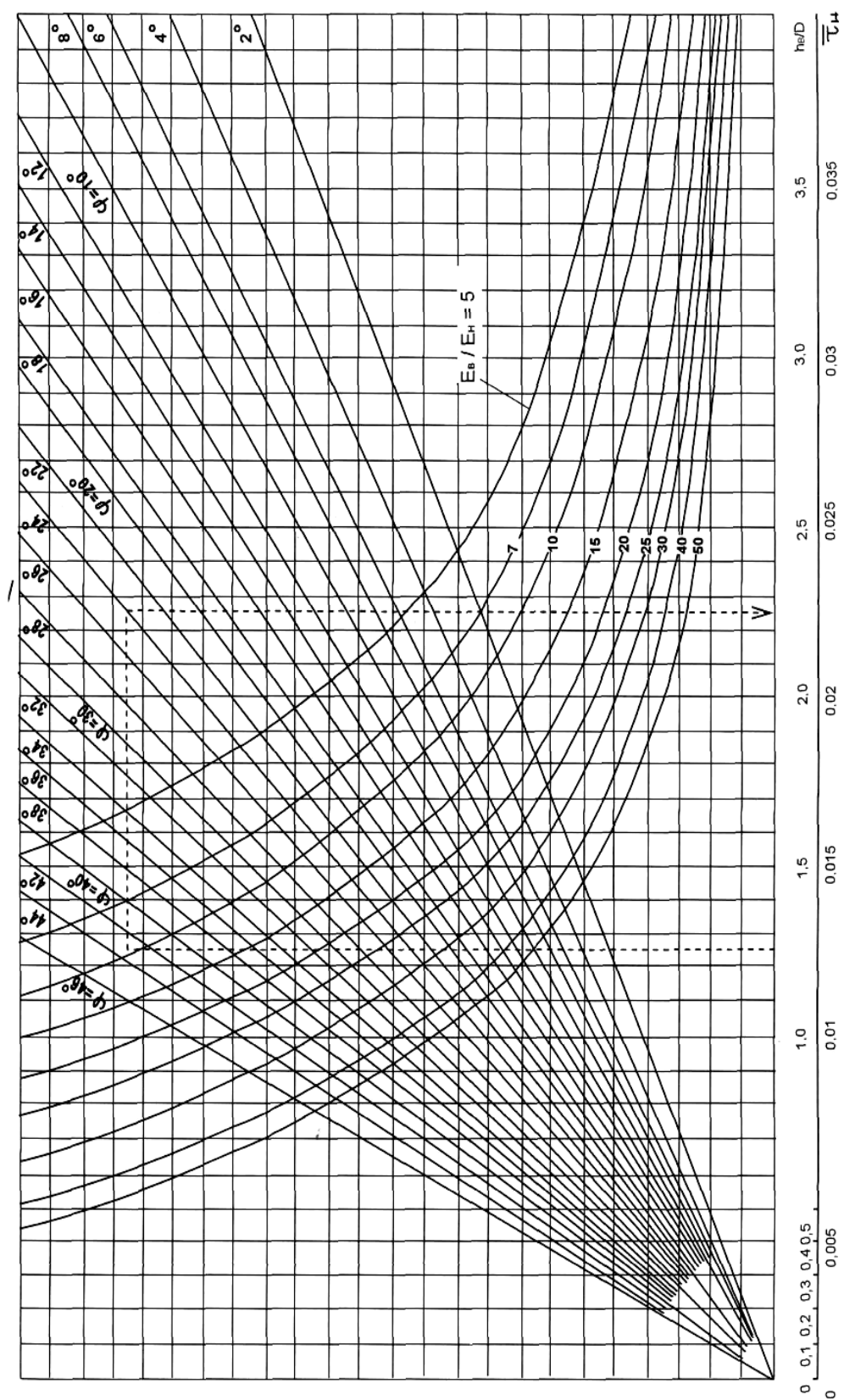
Приложение – 2 а: Номограмма для определения общего модуля упругости двухслойной системы $E_{общ}$.



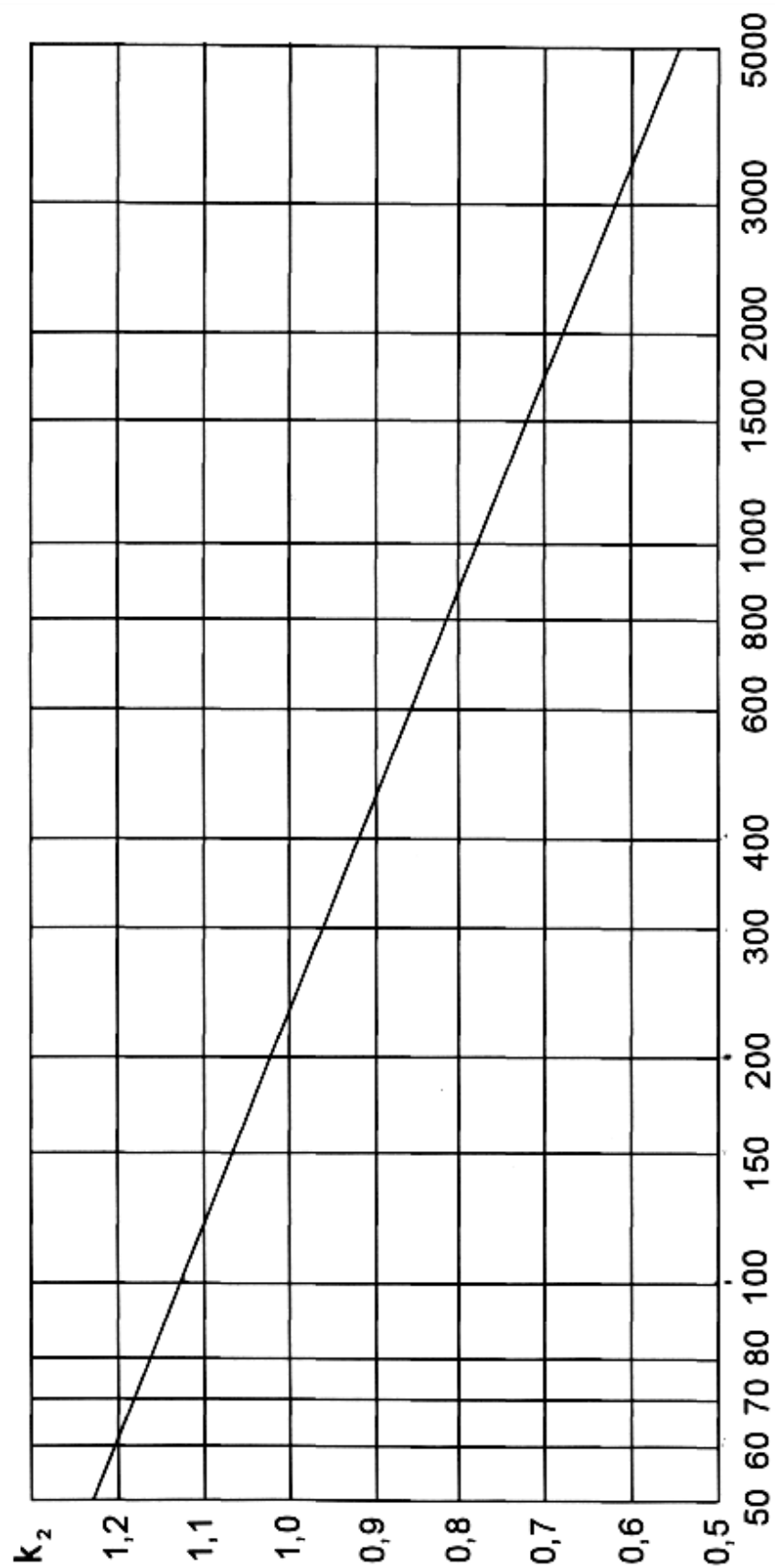
Приложение – 2 б: Номограмма для определения активного напряжения сдвига от временной нагрузки в нижнем слое двухслойной системы (при $h/D=0 \div 2,0$)



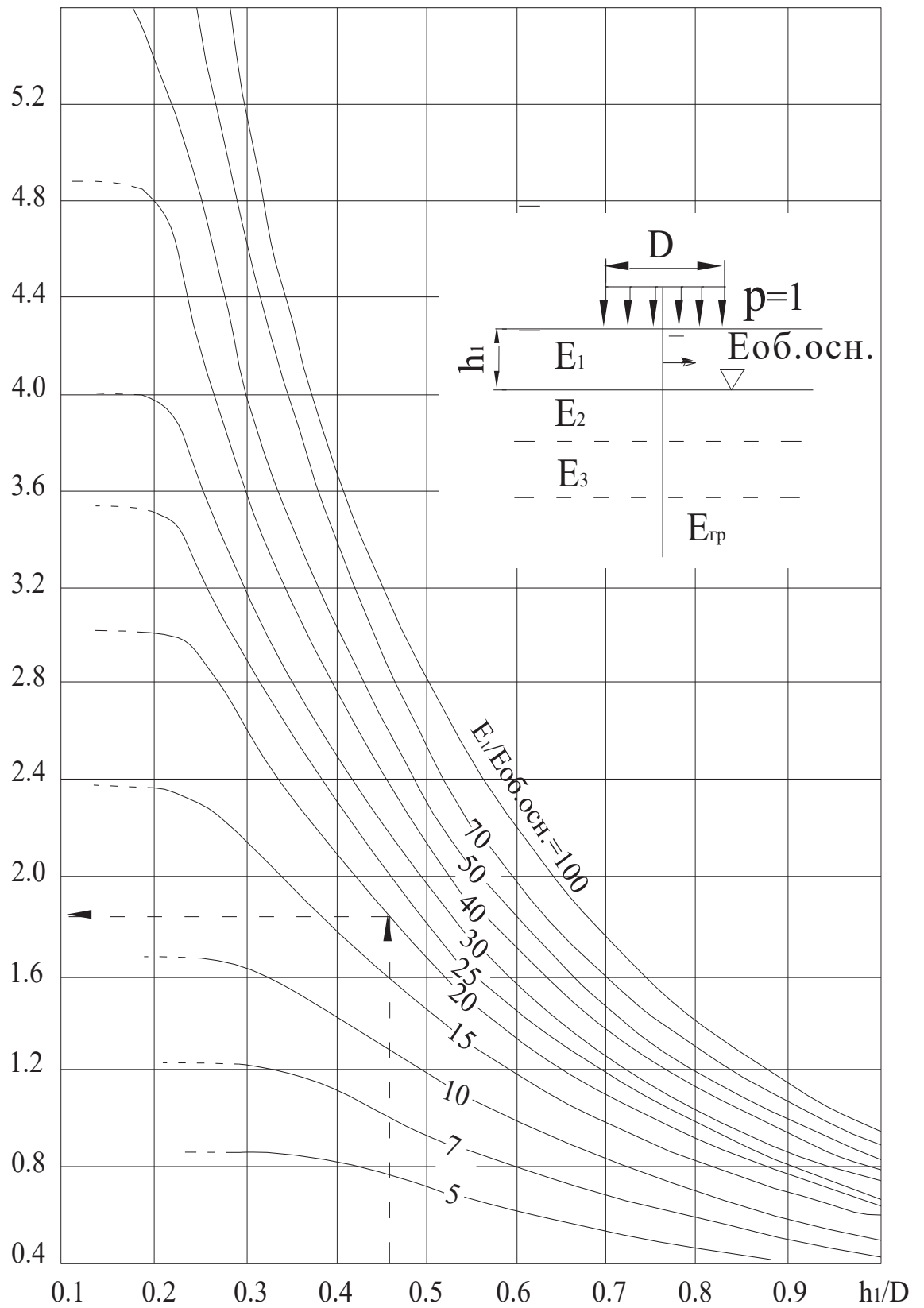
Приложение – 2 в: Номограмма для определения активного напряжения сдвига от временной нагрузки в нижнем слое двухслойной системы (при $h_0/D=0\div4,0$)



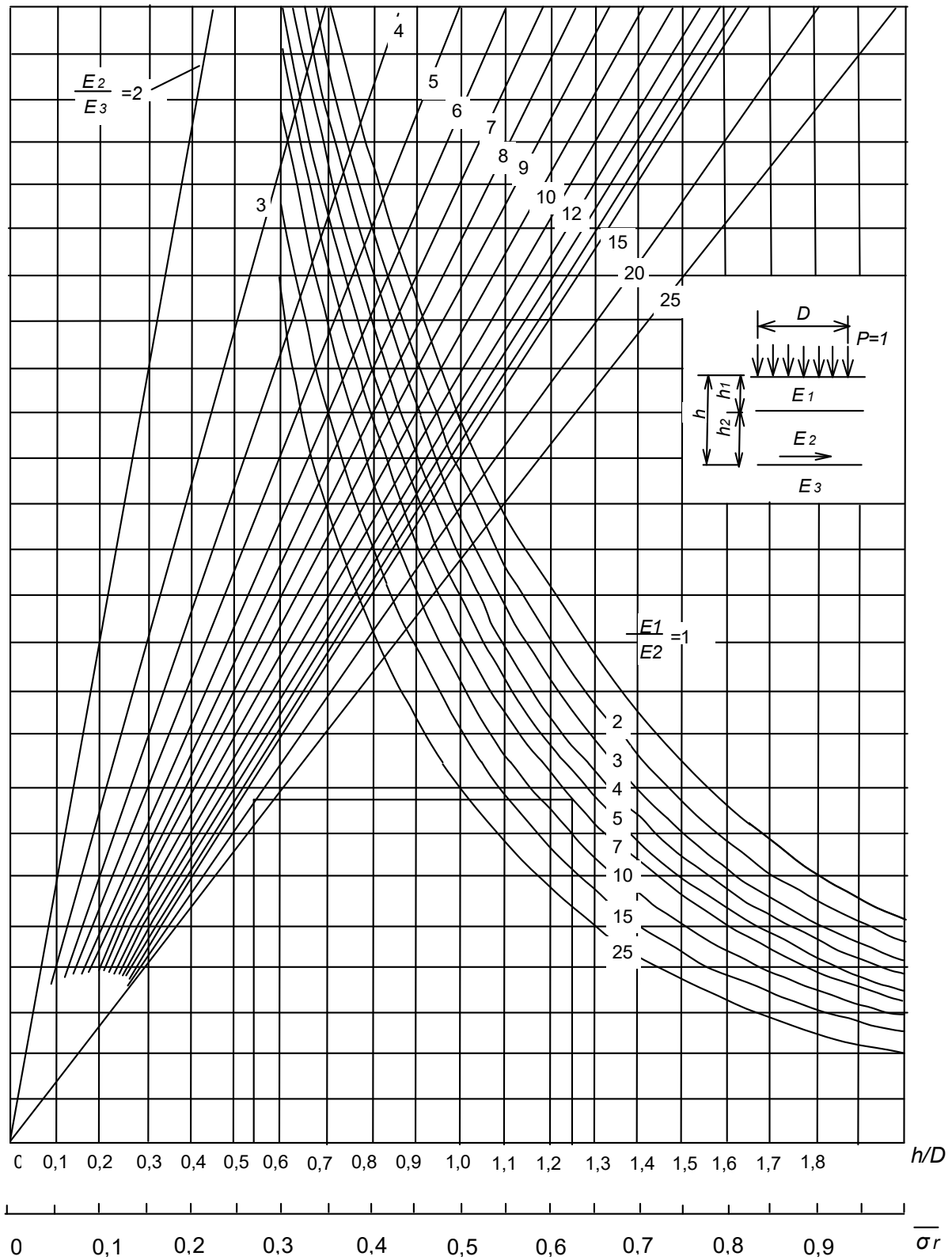
Приложение – 2 д: Зависимость коэффициента расчетной приведенной интенсивности N_t воздействия нагрузки



Приложение – 2 е: Номограмма для определения растягивающего напряжения при изгибе $\bar{\sigma}_r$ в монолитном верхнем слое двухслойной системы



Приложение – 2 ж: Номограмма для определения растягивающего напряжения в промежуточном монолитном слое дорожной одежды



Приложение – 4

№ В	Интен- сивнос ть, авт/сут	Коэф фици ент ежего дного приро ста, β	Область	Грунт	Состав транспортного потока, %				
					легко вые	грузо вые 2 т	грузо вые 6 т	грузо вые 8 т	автоп оезда 12 т
1	2100	2	Кызылординская	песок	40	10	20	15	15
2	1800	1	Карагандинская	супесь пылеватая	30	15	15	20	20
3	3000	2	Жамбылская	суглинок тяжелый	25	25	15	15	20
4	3200	1,5	Акмолинская	глина	30	20	15	15	20
5	3500	3	Костанайская	супесь пылеватая	25	15	15	25	20
6	2800	2	Атырауская	суглинок легкий	35	10	10	15	30
7	2600	1,5	Актюбинская	суглинок пылеватый	40	10	20	15	15
8	2800	2	Павлодарская	суглинок	25	15	15	40	5
9	3100	3	Восточно- Казахстанская	супесь пылеватая	35	15	10	15	25
10	3600	4	Алматинская	суглинок тяжелый	25	20	20	30	5