

Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»
Факультет строительный
Кафедра геотехники и транспортных коммуникаций

СОГЛАСОВАНО

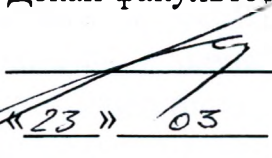
Заведующий кафедрой

 С.Н.Кандыбо

« 23 » 03 2023 г

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета

 С.М.Семенюк

« 23 » 03 2023 г

**ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДОРОЖНЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ»**

для специальности:
1-70 03 01 «Автомобильные дороги»

Составитель: В.Н. Дедок, старший преподаватель

Рассмотрено и утверждено на заседании Научно-методического Совета университета 14.04.23, протокол № 5.

рег. № УМК 22/23-140

Пояснительная записка

Актуальность изучения дисциплины

Дисциплина «Основы проектирования дорожных предприятий» для студентов специальности Автомобильные дороги являются одной из основных базовых дисциплин. «Основы проектирования дорожных предприятий» это инженерная дисциплина, в которой изучаются виды производственных предприятий, карьеры, базы, склады, их назначение, способы производства дорожно-строительных материалов. Производственные предприятия являются главной неотъемлемой частью в процессе строительства дорог.

Дорожные предприятия играют в настоящее время важную роль в индустриализации строительства, уменьшении его трудоемкости, снижении стоимости и экономии материалов. Производственные предприятия воздействуют на технический прогресс в дорожно-строительном производстве путем внедрения эффективных материалов и конструкций.

Цель и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины является приобретение студентами теоретических и практических знаний по проектированию производственных баз дорожного строительства.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение студентами вопросов выбора и размещения предприятий, определению их мощности и производительности оборудования на основании технико-экономических расчетов;
- освоение расчётов потребности в материалах, полуфабрикатах на перспективу;
- выполнение сравнительной оценки оборудования различной мощности, обеспечивающей наименьшую себестоимость продукции при минимальном сроке окупаемости;
- установление методики налаживания транспортных связей, при которых требуются наименьшие издержки на доставку сырья и исходных материалов;
- выполнять расчеты обеспечения предприятий электроэнергией, газом, водой и паром.

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) объединяет структурные элементы научно-методического обеспечения образовательного процесса, и представляет собой сборник материалов теоретического и практического характера для организации работы студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» дневной формы получения образования по изучению дисциплины «Основы проектирования дорожных предприятий».

ЭУМК разработан на основании Положения об учебно-методическом комплексе на уровне высшего образования, утвержденного Постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 26.07.2011 г. № 167, и предназначен для реализации требований учебной программы по учебной дисциплине «Основы проектирования дорожных предприятий» для

специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» ЭУМК разработан в полном соответствии с утвержденной учебной программой по учебной дисциплине компонента учреждения высшего образования «Автомобильные дороги».

Цели ЭУМК:

– обеспечение качественного методического сопровождения процесса обучения;

– организация эффективной самостоятельной работы студентов.

Содержание и объем ЭУМК полностью соответствуют образовательному стандарту высшего образования специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги», а также учебно-программной документации образовательных программ высшего образования. Материал представлен на требуемом методическом уровне и адаптирован к современным образовательным технологиям.

Структура электронного учебно-методического комплекса по дисциплине «Основы проектирования дорожных предприятий»:

Теоретический раздел ЭУМК содержит материалы для теоретического изучения учебной дисциплины и представлен конспектом лекций.

Практический раздел ЭУМК содержит материалы для проведения лабораторных занятий в виде методических указаний для выполнения лабораторных работ.

Раздел контроля знаний ЭУМК содержит примерный перечень вопросов, выносимых на зачет, позволяющих определить соответствие результатов учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования в учебно-программной документации образовательных программ высшего образования.

Вспомогательный раздел включает учебную программу по дисциплине «Основы проектирования дорожных предприятий».

Рекомендации по организации работы с ЭУМК:

– лекции проводятся с использованием представленных в ЭУМК теоретических материалов, персонального компьютера и мультимедийного проектора; при подготовке к зачету, студенты могут использовать конспект лекций;

– лабораторные занятия проводятся с использованием представленных в ЭУМК методических указаний;

– зачет проводится в письменном форме. Вопросы к зачету приведены в разделе контроля знаний.

ЭУМК способствует успешному усвоению студентами учебного материала, дает возможность планировать и осуществлять самостоятельную работу студентов, обеспечивает рациональное распределение учебного времени по темам учебной дисциплины и совершенствование методики проведения занятий.

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ В КОМПЛЕКСЕ

1 Теоретический раздел

Конспект лекций по дисциплине «Автомобильные дороги»

Лекция 1 Основы организации производственных предприятий

Лекция 2 Разработка месторождений горных пород (часть 1)

Лекция 3 Разработка месторождений горных пород (часть 2)

Лекция 4 Камнедробильные заводы (часть 1)

Лекция 5 Камнедробильные заводы (часть 2)

Лекция 6 Предприятия по подготовке органических вяжущих (часть 1)

Лекция 7 Предприятия по подготовке органических вяжущих (часть 2)

Лекция 8 Заводы по приготовлению асфальтобетонных смесей (часть 1)

Лекция 9 Заводы по приготовлению асфальтобетонных смесей (часть 2)

Лекция 10 Заводы по приготовлению асфальтобетонных смесей (часть 3)

Лекция 11 Цементнобетонные заводы (часть 1)

Лекция 12 Цементнобетонные заводы (часть 2)

Лекция 13 Заводы и полигоны для изготовления бетонных и железобетонных изделий (часть 1)

Лекция 14 Заводы и полигоны для изготовления бетонных и железобетонных изделий (часть 2)

Лекция 15 Автоматизация дорожных производственных предприятий (часть 1)

Лекция 16 Автоматизация дорожных производственных предприятий (часть 2)

2 Практический раздел

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Основы проектирования дорожных предприятий» для студентов дневной формы обучения специальности 1-70 03 01 – «Автомобильные дороги»

3 Раздел контроля знаний

Перечень вопросов к зачету по дисциплине «Основы проектирования дорожных предприятий»

4 Вспомогательный раздел

Учебная программа по дисциплине «Основы проектирования дорожных предприятий» для студентов специальности 1-70 03 01 – «Автомобильные дороги»

1 Теоретический раздел

**Конспект лекций по дисциплине «Основы проектирования
дорожных предприятий»**

Лекция №1

Основы организации производственных предприятий

1. Назначение и классификация производственных предприятий.

2. Определение мощности производственных предприятий.

3. Генеральный план предприятий.

4. Основные критерии качества и надежности продукции предприятий дорожной отрасли.

5. Задача приготовления и перемешивания материалов на предприятиях дорожной отрасли.

6. Пути повышения качества приготовления искусственных дорожно-строительных материалов.

1. Назначение и классификация производственных предприятий

В любом государстве для нормального функционирования всех отраслей хозяйства необходимо иметь развитую транспортную систему и, в частности, оптимальную сеть качественных автомобильных дорог.

Для создания новых транспортных связей строятся новые автомобильные дороги различных технических категорий. При стесненных финансовых возможностях это направление, как правило, имеет ограниченный характер.

Более развито другое направление — поддержание существующих дорог в хорошем работоспособном состоянии круглогодично, для чего требуется регулярно проводить работы по их ремонту и содержанию.

В обоих случаях необходимо иметь строительные материалы требуемого качества и в заданных объемах. С этой целью создаются специальные производственные предприятия, выполняющие указанные функции.

Производственные предприятия (ПП) дорожной отрасли – это ряд специализированных производств, имеющих комплекс сооружений, машин и оборудования, которые обеспечивают добычу и создание необходимых для строительства и ремонта дорог материалов, изготовление полуфабрикатов, штучных изделий и отдельных конструкций.

Производственные предприятия включают склады, прирельсовые и притрассовые базы, железнодорожные и другие пути сообщения, комплексы машин для изготовления каменных материалов определенных фракций, асфальто- и цементобетонных смесей; эмульсионные установки, а также здания и помещения для обслуживающего персонала.

Дорожно-строительные работы можно разделить на три основные группы:

- строительно-монтажные;
- заготовительные, включающие работу производственных предприятий, и складское хозяйство;
- транспортные.

Трудоемкость работ от общей потребности трудовых затрат в

среднем составляет: для строительно-монтажных - 42 %, заготовительных - 40 %, транспортных — 18 %.

Таким образом, трудовые затраты, связанные с работой производственных предприятий и складского хозяйства, имеют значительный удельный вес в общем объеме дорожно-строительных работ.

Работа производственных предприятий дорожной отрасли состоит в добыче и переработке материалов, в изготовлении полуфабрикатов и сборных конструкций и т.п.

В зависимости от сортамента и вида материалов, полуфабрикатов и сборных элементов организуются следующие производственные предприятия:

– **карьеры** для добычи и заготовки нерудных материалов; камнедробильные заводы и базы для переработки каменных материалов; базы и цеха для подготовки органических вяжущих (битумов) и приготовления битумных эмульсий;

– **асфальтобетонные и цементобетонные заводы** для приготовления асфальтобетонных, цементобетонных и цементогрунтовых смесей;

– **заводы и полигоны по изготовлению изделий и конструкций для сборного строительства**

Размещение производственных предприятий в районе нового строительства или в районе ремонтного обслуживания сложившейся сети дорог, выбор их числа, мощности и оборудования производится на основании проектов и технико-экономических расчетов.

В зависимости от мощности и времени нахождения на одном месте предприятия классифицируются на:

– **постоянные** (стационарные);

– **полустационарные** (инвентарные сборно-разборные);

– **передвижные** (мобильные).

В зависимости от сложности технологического процесса (и имеющейся возможности машиностроения) предприятия могут быть **частично автоматизированными или роботизированными, управляемыми по заданной программе (заводы-автоматы).**

Наличие на предприятиях большого числа машин и устройств (нередко сложных и автоматизированных) требует материальной базы для их технического обслуживания, т.е. организации хорошо оснащенных ремонтных мастерских.

Большую роль в обеспечении эффективной работы предприятий играет складское хозяйство с различным специализированным погрузочно-разгрузочным оборудованием.

Общепризнанно, что наличие совершенных производственных предприятий обеспечивает требуемую надежность строящихся и ремонтируемых автомобильных дорог, мостов и других искусственных сооружений. При этом сокращается стоимость строительства, сроки ввода транспортных объектов в эксплуатацию.

2. Определение мощности производственных предприятий

Мощность производственного предприятия (Q) — это максимально возможная добыча или переработка исходных материалов (сырья), приготовление смесей (полуфабрикатов), изготовление изделий и конструкций в единицу времени

$$Q = \frac{Q_i}{T}$$

где Q – количество выпускаемой предприятием продукции (т, м³);
 T – фонд времени (месяц, квартал, год).

Производственную мощность предприятий определяют на основе наиболее полного использования средств производства, новых технологий (включая «ноу-хау»), оптимальной организации труда, при соблюдении требований и правил противопожарной безопасности и охраны окружающей среды.

В расчетах производственной мощности предприятия или цеха учитывают три вида фонда времени их работы:

- календарный (максимальный),
- режимный (номинальный)
- и плановый (расчетный).

Календарный фонд времени ($T_{кф}$) – сумма календарных дней в расчетном периоде (год, квартал, месяц).

Режимный фонд ($T_{рф}$) – время возможной продолжительности работы оборудования, исходя из принятого на данном предприятии режиме работы в соответствующем расчетном календарном периоде:

$$T_{р.ф.} = T_{к.ф.} - (T_{вых} + T_{пр} + T_{кл}),$$

где $T_{вых}$, $T_{пр}$, $T_{кл}$ – число выходных, праздничных и нерабочих дней по климатическим условиям (не для всех предприятий).

Плановый (расчетный) фонд времени ($T_{п.ф.}$):

$$T_{п.ф.} = (T_{р.ф.} - T_{т.р.}) \cdot (100 - T_{к.р.}) / 100,$$

где $T_{р.ф}$ – режимный фонд времени;

$T_{к.р}$, $T_{т.р}$ – соответственно продолжительность капитального (дни) и текущего (%) ремонтов.

При расчете планового (расчетного) срока времени исходным моментом является привязка к технологическим процессам дальнейшего использования продукции производственных предприятий. Возможность осуществления тех или иных технологических процессов регламентируется соответствующими нормативными документами (действующими ТНПА, утвержденными в установленном порядке ведомственными инструкциями и рекомендациями). Например, работа асфальтобетонных заводов, битумных, эмульсионных баз и цехов привязывается к периоду по укладке асфальтобетонных смесей и соответствующих работ с органическими вяжущими, которые должны осуществляться в период устойчивых температур от +5 °С весной до +10 °С

осенью для горячих и холодных смесей и не ниже минус 10 °С - для теплых.

Методика расчета планового фонда времени заключается в следующем.

Число смен полезной работы устанавливается на основании климатических условий с учетом выходных и праздничных дней, дней простоев машин по непредвиденным причинам и на проведение технического осмотра (ТО) и ремонта, неблагоприятных дней по метеоусловиям (с осадками более 5 мм).

Количество рабочих дней по каждому отдельному месяцу определяется по формуле

$$D_p = D_k - (D + D_2 + D_n + D_{рем})$$

где D_p – число рабочих дней в месяце;

D_k – число календарных дней в месяце;

D – количество дождливых дней с учетом праздничных и выходных дней за этот период, определяется по формуле

$$D = D_1 \left(1 - \frac{D_2}{D_k} \right),$$

где D_1 – количество дождливых дней, принимается: для I квартала = 0,6 или по 0,2 на месяц; для II квартала = 3,9 или по 1,3 на месяц; для III квартала = 4,7 или по 1,6 на месяц; для IV квартала = 1,8 или по 0,6 на месяц;

D_2 – количество выходных и праздничных дней в месяце;

D_n – количество дней простоев машин по непредвиденным причинам, принимается равным 3 % от календарного времени за вычетом выходных и праздничных дней;

$D_{рем}$ – затраты на проведение ТО и ремонт, определяются по формуле

$$D_{рем} = \frac{(D_k - D_n) \cdot K_{см} \cdot T_{см} \cdot P_ч}{1 + K_{см} \cdot T_{см} \cdot P_{см}},$$

где $D_n = D_1 + D_2 + D_n$, т.е. сумма дней перерывов в работе по всем причинам, кроме ТО и ремонта;

$K_{см}$ – коэффициент сменности, принимается:

для I и IV квартала $K_{сч} = 1,0$;

для II и III квартала $K_{ал} = 2,0$;

$T_{см}$ – продолжительность смены (8 часов);

$P_ч$ – количество дней нахождения машин в ремонте, приходящееся на 1 ч работы машин, принимается 0,0138.

Количество рабочих смен в месяце определяется по формуле:

$$D_{рс} = D_p \cdot K_{см}.$$

При определении мощности учитывают работу и других возможных вспомогательных цехов (например, цех переработки старого асфальтобетона на АБЗ и др.).

3. Генеральный план предприятий

Проект каждого производственного предприятия содержит генеральный план.

Генеральные планы предприятий разрабатывают для рационального расположения на одной отведенной площадке административных и производственных зданий, сооружений и оборудования; складов необходимых материалов для производства продукции, а также хранения уже произведенной для отпуска потребителям.

При этом на генплане показываются положение и протяженность проездов для автомобильного транспорта, железнодорожные пути, сети водопровода, теплоснабжения, электроснабжения и других коммуникаций, обслуживающих предприятие.

Расположение сооружений и оборудования на генплане должно обеспечивать:

- наилучшую схему технологического процесса;
- кратчайшие транспортные связи, позволяющие экономично перемещать материалы при минимальном количестве перегрузок;
- минимальную протяженность коммуникаций, питающих предприятие водой, электроэнергией, теплом, энергоносителями (газ, мазут);
- зонирование территории с соблюдением санитарных и противопожарных разрывов;
- возможность одновременной разгрузки поступающих материалов и отгрузки готовой продукции автомобильным и железнодорожным транспортом;
- возможность подъезда пожарных машин к зданиям с трех сторон;
- возможность дальнейшего расширения предприятия (это относится к предприятиям стационарного типа);
- соблюдение санитарных норм и требований охраны окружающей среды в зоне расположения предприятия.

Масштаб чертежей генеральных планов от 1:200 до 1:500.

При составлении генплана и размещении оборудования и сооружений необходимо учитывать возможности кооперирования с другими соседними предприятиями в части снабжения водой, электроэнергией, жилого фонда, ремонтной базы и др.

Все производственные предприятия необходимо размещать с подветренной стороны к ближайшему жилому району для господствующих ветров и отделять границу жилых районов санитарно-защитной зоной не менее 300 м. Господствующее направление ветров следует принимать по средней розе ветров теплого периода года на основе многолетних наблюдений для данного района.

Склад топлива и масла выносят за пределы предприятий, обеспечив заправку автомобилей и самоходных дорожных машин без заезда на территорию предприятия.

На площади участка более 5 га устраивают два въезда-выезда с выходом на основную дорогу, ведущую к предприятию.

Территорию предприятия, площадки отдыха озеленяют газоустойчи-

выми посадками кустов и деревьев.

Территорию предприятия ограждают забором, капитальность которого зависит от специфики предприятия, его мощности и времени нахождения на одном месте; предусматривают охрану предприятия, помещение которой устанавливают на въездах и выездах.

Для предприятий сезонного размещения все сооружения для обслуживающего персонала проектируют в виде вагончиков на колесах: столовая-кухня, ремонтная мастерская, комната отдыха, лаборатория и др.

Для работы в ночное время устанавливают прожектора заливающего света.

Одним из показателей качества генплана предприятия является его компактность. Компактность генплана определяют показателем плотности застройки (в %): отношением площади, занятой производственными и жилыми сооружениями ко всей площади предприятия (обычно 40-50 %).

К площади застройки относят: площади производственных зданий и сооружений, включая навесы, открытые технологические, сантехнические и энергетические установи, эстакады, галереи; площади складов и подземных сооружений (резервуары, инженерные коммуникации, резервные участки). Размеры указанных площадей принимаются согласно СНиП и других нормативных документов.

4. Основные критерии качества и надежности продукции предприятий дорожной отрасли

Основной эталон качества – стандарт, соблюдение которого является законом для любого производственного предприятия. Качество продукции - это совокупность свойств, определяющих возможность ее использования по назначению, ее потребительскую пригодность.

Критерий сравнения, который учитывает все показатели уровня качества и служит основой для его оценки, содержится в стандартах (ГОСТах). **Качество продукции** определяется совокупностью различных факторов, действующих на стадии проектирования продукции, производства и ее эксплуатации в сооружении, в конструкции дорожной одежды и др. Таким образом, качество продукции зависит не только от предприятия, выпускающего эту продукцию, но и от работы других предприятий - поставщиков сырья, машин. Качество щебня, например, зависит от качества камня, который доставляют из карьера на камнедробильный завод.

Кроме того, качество зависит от правильно запроектированной технологии производства, выбранного оборудования, системы и средств контроля и испытаний, культуры производства.

Предприятия дорожной отрасли обеспечивают строительство автомобильных дорог исходными материалами (песок, ПГС, щебень, МП и вяжущими) полуфабрикатами (а/б, ц/б – смесями, изделиями и конструкциями из бетона, железобетона и металла). Качество и надёжность данной продукции будет в значительной степени определять

надёжность, прочность и долговечность автомобильной дороги в целом. Характеристики качества дорожного строительства являются случайными величинами и для изучения закономерностей, которым они подчиняются, следует применять методы теории вероятности.

Прочность дорожной одежды является наиболее характерным показателем, который учитывает качество исходных материалов, асфальтобетона и цементобетона, технологии их приготовления и устройства покрытия.

1. Коэффициент прочности дорожной одежды $K_{пр}$

$$K_{пр} = \frac{E_{ср}}{E_{тр}}$$

где $E_{ср}$ – средний фактический модуль упругости дорожной одежды в период её наибольшего ослабления, Мпа;

$E_{тр}$ – требуемый модуль упругости в соответствии с действующими нормативными документами, Мпа.

2. Надёжность дорожной одежды по прочности $P(E)$ при различном состоянии и разном коэффициенте прочности K вычисляется как отношение вероятной площади одежды, не подверженной разрушениям к общей площади одежды на данном участке F .

$$P E = \frac{F_{пр}}{F} = 1 - \frac{F_p}{F}$$

где F_p – вероятная площадь дорожной одежды с разрушениями.

Равнопрочность дорожной одежды также следует рассматривать как один из важных критериев надёжности дороги.

Для поддержания на предприятиях высоких качественных показателей продукции необходим постоянный контроль этих показателей, т.е. должна четко работать система управления качеством продукции.

5. Задача приготовления и перемешивания материалов на предприятиях дорожной отрасли

Искусственные дорожно-строительные материалы на основе вяжущих получили в науке наименование искусственных строительных конгломератов.

Этот термин правильнее отражает качество материалов, в которых заполнители цементированы в монолит.

Путем изменения зернового состава заполнителей, минералогического и химического составов вяжущего технологическими способами, введением добавок можно изменять и активно регулировать структуру и свойства конгломератов.

Технология производства искусственных материалов на основе вяжущих включает:

- подготовительные работы;
- транспортирование и хранение в бункерах или силосах компонентов подготовленных материалов;
- дозирование;

- подачу их в смеситель;
- перемешивание точно отдозированных материалов;
- транспортирование смеси к месту использования;
- применение смеси для изготовления изделий или строительства оснований (покрытий).

Подготовительные операции сопутствуют почти всем технологическим процессам. Их задача состоит в раскрытии потенциальных свойств исходных компонентов, особенно смеси заполнителей и вяжущего.

На стадии подготовительных операций каждый компонент смеси по возможности получает наибольшее термодинамически активное состояние. В зависимости от разновидности приготавливаемого материала и его специфичности подготовительные операции могут включать: дробление, измельчение, сортировку, промывку, обогащение, физико-химическую обработку, придание однородности (гомогенности).

При перемешивании минеральных материалов с органическими вяжущими обязательным условием является равномерное **обволакивание вяжущим всех частиц** и агрегатов. Эффективность обволакивания вяжущим материалом частиц минерального материала зависит от сил когезии и адгезии.

Когезией называется сцепление молекул вещества между собой в объеме тела. Силы, вызывающие это сцепление, называются силами когезии.

Адгезией называется прилипание двух разнородных жидких или твердых тел. Оно обуславливается молекулярными силами сцепления разнородных молекул, находящихся в поверхностном слое соприкасающихся тел (фаз). Эти силы называются силами адгезии.

Для обеспечения надлежащего качества перемешивания силы адгезии между минеральной частью и органическим вяжущим должны превышать силы когезии в вяжущем.

Силы адгезии и когезии имеют электромагнитную природу¹ и обуславливаются силами Ван дер Ваальса, химическими, водородными связями и др.

6. Пути повышения качества приготовления искусственных дорожно-строительных материалов

Основными путями повышения качества приготовления искусственных дорожно-строительных материалов на основе вяжущих являются:

- применение прогрессивных технологий и способов их производства, обеспечивающих максимальное использование свойств вяжущих;
- технологический процесс приготовления компонентов смеси, входящих в состав искусственного материала.

Общие требования к технологическому процессу приготовления искусственных материалов на основе вяжущих предусматривают тщательную подготовку компонентов смесей и, если необходимо, промывку щебня, гравия,

песка: сортировку заполнителей (щебень, гравий, песок) по требуемым размерам; обеспечение точной дозировки всех компонентов; их перемешивание.

Эффективным мероприятием по улучшению качества искусственных материалов на основе вяжущего является автоматизация и улучшение управления качеством приготовления смеси, автоматизация подачи заполнителей из открытых штабелей, использование силосных складов, разработка способов и устройств регулирования продолжительности перемешивания в бетоносмесителях преимущественно принудительного и непрерывного действия.

Лекция №2

Разработка месторождений горных пород (часть 1)

1. Назначение и классификация карьеров каменных материалов.

2. Изыскание месторождений каменных материалов.

3. Техничко-экономическая оценка месторождений.

1. Назначение и классификация карьеров каменных материалов

Для строительства и ремонта дорог требуется большое количество каменных материалов различного сортамента. Сюда относят: щебень, бутовый камень, брусчатку, бортовой камень, а также гравий и песок. Например, для строительства 1 км дороги II категории необходимо около 3,5 тыс. м³ различных каменных материалов. При этом общие затраты на каменные материалы достигают 45-50 % от сметной стоимости дороги. Поэтому от эффективной работы предприятий, добывающих каменные материалы для строительства и ремонта дорог, в значительной мере зависит качество и долговечность транспортных сооружений различного вида.

Каменные материалы изготовляют из горных пород, добываемых в карьерах. **Карьер** - это производственное предприятие дорожной отрасли для добычи и обогащения каменных материалов (камня, гравия, песка).

Карьеры классифицируют по следующим признакам.

По виду горной породы и каменной продукции:

- каменные;
- гравийные;
- песчаные;
- песчано-гравийные;
- валунные;
- отходы промышленности (шлаки металлургические т.п.).

По длительности эксплуатации:

- промышленные (стационарные);
- притрассовые (временные).

Обычная производительность промышленных карьеров более 100 тыс. м³ щебня в год. Они хорошо оборудованы, имеют достаточный уровень комплексной механизации и низкую себестоимость, обеспечивают высокое качество продукции и производительность труда. Продукция карьера может транспортироваться на большие расстояния.

Производительность притрассовых карьеров – менее 100 тыс. м³ щебня в год. Продолжительность эксплуатации карьера на одном месте не более 1-3 лет. Они имеют оборудование малой мощности, что увеличивает себестоимость продукции; качество продукции притрассовых карьеров уступает качеству промышленных.

При разработке карьеров в комплекс горных работ входят:

- а) подготовка;
- б) вскрыша (обнажение полезного ископаемого от покрывающих слоев);

в) добыча (дробление массива и погрузка горной массы в транспортные средства);

г) транспортировка (доставка горной массы из карьера к перерабатывающим установкам);

д) изготовление из горной массы продукции заданных размеров и качества (дробление, сортировка и очистка от примесей).

2. Изыскания месторождений каменных материалов

Разработкам каменных материалов предшествуют изыскания месторождений, состоящие из двух этапов: поиска и детальной разведки.

Целью поиска является обнаружение месторождения, установление вида и ориентировочных объемов горной породы, а также их пригодности для дорожного строительства. Поиск любого масштаба начинают с анализа геологических карт, литературных источников и потребности предприятий, использующих каменные материалы. В местах залегания полезных ископаемых производят шурфование. Шурфы глубиной до 2-3 м закладывают через 100 м. На основе собранных данных составляют карту глазомерной съемки в масштабе 1:5000 и ориентировочные геологические разрезы; по ним рассчитывают запасы полезных ископаемых, которые целесообразно разрабатывать.

Цель детальной разведки - всестороннее изучение месторождения: качества, объема и условий залегания пород. Она включает картографические, геологические и гидрогеологические работы. Для проведения детальной разведки бурят скважины на всю толщину полезного ископаемого.

В процессе бурения через 3-5 м по глубине отбирают пробы породы (керны) и определяют их физико-механические свойства:

- наименование горной породы;
- плотность минералов, г/см³;
- плотность породы, г/см³;
- водопоглощение, %;
- износ в полочном барабане, % по массе и марка материала по износу;
- марка материала по морозостойкости;
- предел прочности при сжатии в сухом и водонасыщенном состоянии, МПа.

В результате детальных изысканий устанавливают:

- контуры полезного ископаемого по площади и глубине;
- контуры вскрыши (горные породы, покрывающие полезное ископаемое при открытой разработке месторождений);
- условия залегания горных пород (грунтовые воды и др.);
- вид и качество горной породы;
- наличие подъездных путей, энергоресурсов.

По данным изысканий составляют план месторождения полезного ископаемого в масштабе 1:1000 - 1:2000, а также геологические разрезы.

Геологическими разрезами и планами пользуются при подсчете объемов горных пород, выборе системы разработки и способов вскрыши, установлении рабочих параметров машин, обосновании способов транспортировки горных пород к месту их переработки. На основе изысканий на первой стадии разрабатывают проектное задание, на второй стадии - технический проект, рабочие чертежи и план горных работ карьера на весь срок эксплуатации.

Для притрассовых карьеров техническую документацию разрабатывают на одной стадии. К таким карьерам составляют календарный план горных работ и постоянную документацию к нему: топографический план месторождения в масштабе 1:1000 или 1:2000, расчеты запасов полезного ископаемого, разрешение на горный и земельный отводы. Разрешение на горный отвод (объем полезного ископаемого, планируемого для разработки) выдают исполкомы местных администраций по заявкам дорожно-строительных организаций. Земельный отвод оформляют после получения горного отвода. Разрешение на производство горных работ выдает районная горнотехническая инспекция; разрешение на эксплуатацию склада взрывчатых веществ - районное отделение милиции. Для производства карьерных работ необходимо иметь исполнительную документацию. К ней относятся: паспорт карьера, паспорт производства взрывных работ, паспорт склада взрывчатых веществ.

3. Технико-экономическая оценка месторождений

Для каждого месторождения предварительно определяют технико-экономическую целесообразность организации карьера в данном месте. При этом учитывают следующие факторы:

- возможность получения горного и земельного отвода для организации карьера и перерабатывающих механизмов и устройств при нем;
- стоимость и длительность периода подготовительных работ;
- качество горной породы (ее физико-механические свойства);
- объем полезного ископаемого (в частности, получение ответа на вопрос: перекрывают ли запасы месторождения потребность дорожных организаций в каменных материалах);
- наличие подъездных путей, удаленность карьера от трассы, дальность транспортировки продукции;
- возможность снабжения карьера электроэнергией, водой, сжатым воздухом;
- величины коэффициентов вскрыши K_v и пустых пород K_n :

$$K_v = V_v / V, \quad K_n = V_n / V,$$

где V – объем полезного ископаемого;

V_v – объем вскрыши (пород, покрывающих полезное ископаемое);

V_n – объем пустых пород (переходной слой выветриваемых скальных пород между вскрышей и полезным ископаемым), которые не используют как каменный материал.

Вскрышные и пустые породы отвозят в отвал. Чем больше значения K_v и K_n , тем значительнее затраты на вскрышные работы и выше себестоимость продукции карьера.

Основным экономическим показателем работы карьера является приведенная стоимость продукции (C), определяемая по формуле:

$$C_{пр} = C + K \cdot E,$$

где C – себестоимость продукции, руб. за 1 м^3 ;

K – удельные капиталовложения на 1 м^3 продукции, руб.;

E – нормативный коэффициент экономической эффективности капиталовложений, равный $E = 1 / T$, здесь T – срок окупаемости капиталовложений, который составляет 0,5 года для притрасовых и 3-5 лет для промышленных карьеров.

В тех случаях, когда вдоль участка строящейся дороги есть два или более месторождений каменных материалов примерно одинакового качества, но с различными условиями разработки сырья и разной средней дальностью транспортировки каменных материалов на трассу, себестоимость 1 м^3 материала C в определяют с учетом затрат на транспортировку материала к месту работ.

Если окажется, что удельные капиталовложения и себестоимость материала на месте его укладки для первого карьера меньше, чем второго, т.е. $K_1 < K_2$ и $C_1 < C_2$, то разрабатывают первое месторождение. Если же $K_1 > K_2$, а $C_1 < C_2$, тогда для решения вопроса об экономической эффективности разработки того или иного месторождения рассчитывают срок окупаемости капиталовложений для варианта с большими капитальными затратами:

$$T = (K_1 - K_2) / (C_2 - C_1).$$

Если окажется, что T меньше нормативного срока, то разрабатывают первое месторождение.

1. Разработка скальных горных пород.

2. Особенности разработки месторождения рыхлых (обломочных) пород.

3. Рекультивация земель.

1. Разработка скальных горных пород

Основными процессами при разработке месторождений в карьерах являются:

- подготовка карьера для разработки;
- добыча породы;
- транспортирование породы на перерабатывающие предприятия (камнедробильные и щебеночные заводы).

1.1. Подготовительные работы

Комплексная подготовка карьера для разработки состоит из ряда работ по подготовке поверхности:

- подготовка поверхности площади месторождения и его осушение;
- удаление пустых пород, покрывающих полезные ископаемые;
- разупрочнение пород перед выемкой (механическим рыхлением или взрывом).

Подготовка поверхности включает:

- вырубку леса и кустарника,
- удаление задерживающего воду торфа,
- отвод воды за пределы карьерного поля;
- в случае необходимости, снос зданий и сооружений; перенос осветительных и силовых линий электропередач; перенос подземных коммуникаций.

Для осушения месторождения и защиты его от вод поверхностного стока устраивают дренажные каналы, ограждают площади будущего карьера дамбами, бурят водопоглощающие скважины и устраивают подземные дренажи.

1.2. Вскрышные работы

Почти все месторождения природных каменных материалов залегают под слоями наносных пород, которые называют пустыми или вскрышными. Эти породы должны быть удалены до начала добычи полезного ископаемого. Пустую породу (вскрышу) обычно разрабатывают теми же машинами, что и при сооружении земляного полотна.

При больших объемах вскрышных работ применяют роторные экскаваторы.

Вскрышные работы должны вестись с опережением, обеспечивающим безопасное ведение работ по добыче.

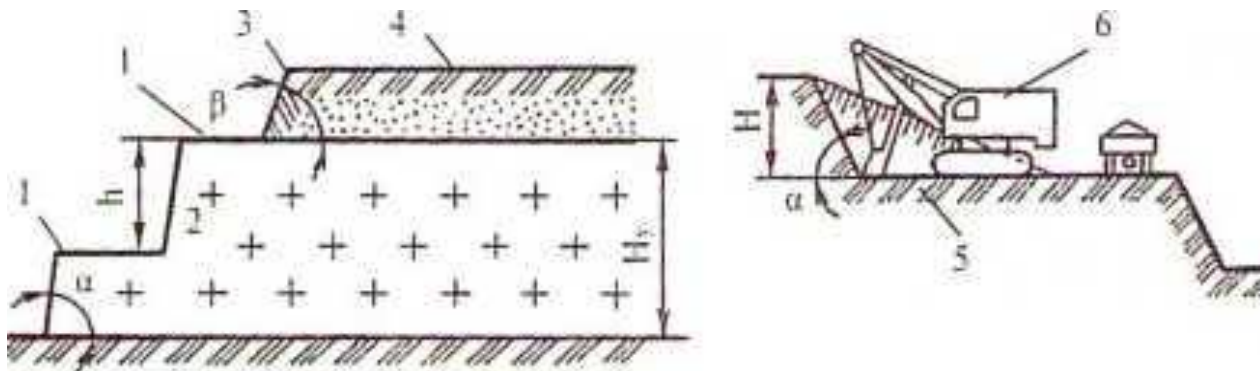
Вскрышу требуется удалять очень тщательно: остатки вскрыши при разработке карьера смешиваются с основной продукцией и могут снизить ее качество. Поэтому после удаления вскрыши дополнительно

зачищают вскрытое полезное ископаемое.

1.3. Добычные работы

Извлечение полезного ископаемого производят слоями. В результате разрабатываемый массив горных пород приобретает форму уступов и в земной коре образуется пустое пространство.

Каждый уступ имеет ряд элементов.



Элементы уступа: 1 – верхняя и нижняя площадки; 2 – откос уступа; 3 – бровка вскрыши; 4 – вскрыша; 5 – развал взорванной породы; 6 – экскаватор с прямой лопатой; α – угол откоса уступа; β – угол откоса вскрыши; H – высота уступа.

Поверхности, ограничивающие уступ по высоте, называют нижней и верхней площадками.

Наклонную плоскость, ограничивающую уступ со стороны вырабатываемого пространства, называют откосом уступа, а угол наклона откоса уступа к горизонтальной плоскости – углом откоса уступа. Линии пересечения уступа с нижней и верхней площадками называют нижней и верхней бровками.

На площадках уступов производят выемку (разработку) горных пород. Здесь располагают выемочно-погрузочные машины и транспортные пути, необходимые для разработки уступа.

Подготовленную для разработки часть уступа по длине называют **фронтом работ уступа**, а поверхность горных пород в пределах уступа, являющуюся объектом разработки – **забоем**.

Для планомерной добычи породы и рационального использования строительных и транспортных машин **месторождения разрабатывают слоями**, в большинстве случаев – горизонтальными.

Толщина и возможное число слоев зависят от мощности залежи и пустой породы; параметров оборудования и, прежде всего, выемочно-погрузочного.

Выемку слоев всегда ведут сверху вниз, независимо от направления залегания горных пород.

Залежи толщиной меньше 2-3 м разрабатывают одним уступом. Наклонные и крутопадающие залежи высотой 20-40 м разрабатывают в несколько уступов. При этом нарезка нового уступа связана с полной выемкой полезного ископаемого на вышележащем горизонте.

Производственная мощность карьера определяется требуемым годовым выпуском продукции и выражается объемами добычи полезного ископаемого в плотном теле.

Производственная мощность дробильно-сортировочных установок определяется по выпуску щебня и устанавливается расчетом по мощности дробилок последней стадии, которая должна составлять не меньше 80 % номинальной мощности головных дробилок.

Производственная мощность дробильно-сортировочных установок гравийно-песчаных карьеров определяется по производительности дробильного и сортировочного оборудования на последней стадии.

Необходимая для обеспечения производственной мощности карьера длина фронта горных работ вычисляется по формуле:

$$L_{\phi} = f N_{\text{э}} \frac{P_{\text{э}}}{v_{\phi} H}$$

где f – коэффициент;

$N_{\text{э}}$ – число рабочих экскаваторов на добыче;

$P_{\text{э}}$ – плановый годовой объем, выполняемый одним экскаватором, м³/год;

v_{ϕ} – скорость продвижения фронта работ, м/год;

H – высота уступа, м.

1.4. Буровзрывные работы

Особенностью технологии разработки скальных пород являются буровзрывные работы. Взрывные работы в карьере выполняют с полным соблюдением Единых правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом и Единых правил безопасности при взрывных работах.

Буровзрывные работы широко применяют при открытой разработке месторождений. Они включают в себя комплекс работ, связанных с использованием энергии взрывчатых веществ (ВВ).

К взрывным работам в карьере для разрушения горного массива предъявляются требования:

- достаточная степень рыхления горной породы (размер кусков);
- развал взорванной породы (его размер и форма) должен соответствовать применяемому экскаватору и транспортным средством;
- объем взорванной породы в забое должен быть достаточным для бесперебойной и производительной работы экскаватора, погрузочных и транспортирующих машин;
- комплекс буровзрывных работ должен обеспечивать высокую эффективность и безопасность горных пород.

Степень подготовленности забоя характеризуется размерами кусков взорванной породы.

При погрузке мелко раздробленной породы экскаватор имеет более высокую производительность, так как сокращается цикл экскавации и повышается степень наполнения ковша.

Равномерное и мелкое измельчение скального массива позволяет применять ленточные транспортеры, которые обеспечивают поточность

и автоматизацию горного производства.

Таким образом, очень важным для производства выемочно-погрузочных работ и последующей переработки горной массы на камнедробильных заводах имеет допустимый линейный размер габаритного куска (D), который определяется в зависимости:

– от емкости ковша экскаватора E , м^3

$$D \leq (0,5 - 0,6) \sqrt[3]{E};$$

– от емкости кузова автомобиля V_A , м^3

$$D \leq 0,5 \sqrt[3]{V_A};$$

– от ширины ленты транспортера B , мм

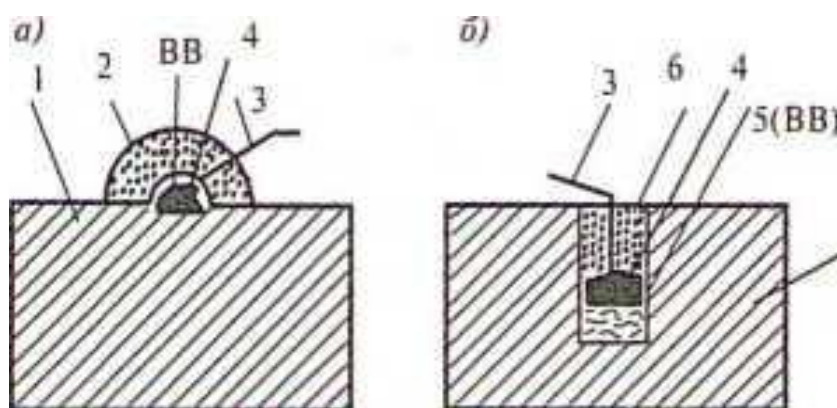
$$D = 0,5B + 200$$

– от размера загрузочного отверстия дробилки (или бункера) A , мм

$$D \leq (0,75 - 0,85)A$$

Куски горной породы, крупнее указанных, считают негабаритными и дробят непосредственно в забое.

Схема разделки негабарита взрывом:



а — накладным зарядом; б — зарядом в шпуре;

1 — горный массив; 2 — инертный материал; 3 — огнепроводящий шнур; 4 — капсюль-детонатор; 5 — заряд в шпуре; 6 — забойка.

Нужной степени разрыхления горной породы в карьере достигают правильным процессом буровзрывных работ, соответствующим заряданием скважин, выбором способов взрыва, применением определенных ВВ.

1.5. Карьерный транспорт. Транспортные работы

На карьерах используют различные виды транспорта: железнодорожный, автомобильный, ленточные транспортеры. Вид транспорта зависит от мощности и назначения карьера, его выбирают на основании технико-экономического сравнения.

Железнодорожный транспорт применяется главным образом на крупных промышленных карьерах. Его достоинства: возможность без перегрузки перевозить массовые грузы на большие расстояния при любых климатических условиях. Недостатки — значительные капитальные затраты на постройку пути

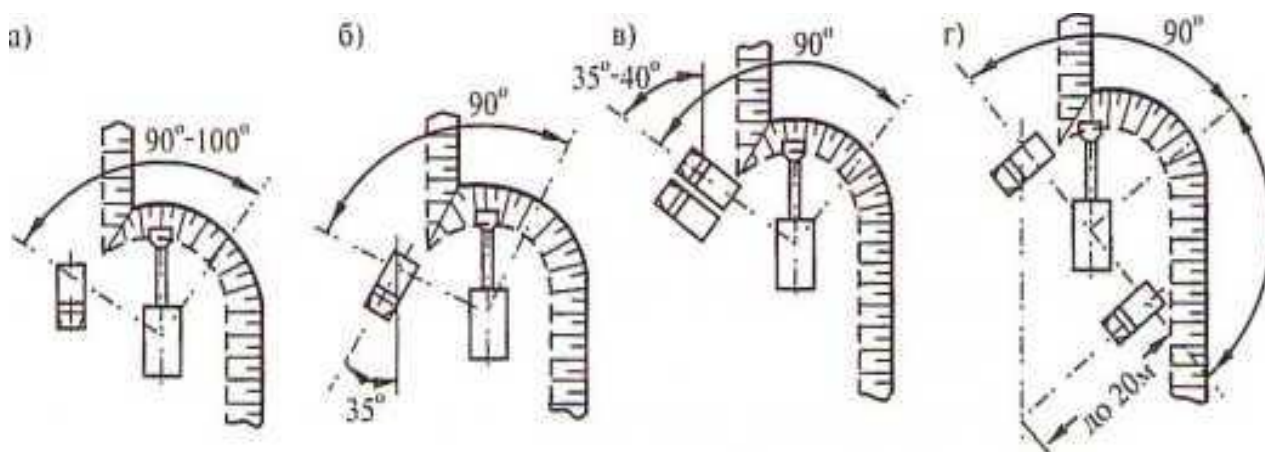
и его эксплуатацию.

Стационарные и передвижные ленточные транспортеры обеспечивают удобное и ритмичное размещение материалов, легко автоматизируются и пригодны, когда дальность транспортирования небольшая (до 1 км) и размер кусков материала находится в пределах, допускаемых для ширины ленты применяемого типа транспортера.

Автомобильный транспорт наиболее распространен: он более маневренный и его применяют на карьерах любой мощности, как притрассовых, так и промышленных.

В правильной организации работы автомобильного транспорта существенную роль играет схема заездов и установка автомобилей под погрузку. Схемы должны сократить до минимума затраты времени на маневры и загрузку, обеспечить непрерывную подачу и безопасность работ.

Схемы подачи автомобилей-самосвалов под погрузку



а – односторонняя одинарная параллельная забою; б – односторонняя одинарная под углом к забою; в – односторонняя групповая; г – двусторонняя установка (наиболее эффективная в широких забоях).

Выбирая схему, необходимо учитывать, что погрузку следует производить при небольшом угле поворота стрелы экскаватора и оптимальном радиусе его работы (R):

$$K = (0,75-0,80)B$$

где B – наибольший радиус черпания экскаватором, м.

Ковш экскаватора при погрузке должен проходить наибольшее расстояние вдоль длинной стороны автомобиля, чтобы полностью загрузить кузов и уменьшить просыпание породы. Площадь забоя должна допускать свободную смену автомобилей с минимальной затратой времени.

Экономическая дальность возки взорванной горной породы для автомобилей-самосвалов составляет не более 3 км.

Существующий способ учета вывезенной из карьера горной взорванной породы не совершен. В течение смены учитывают только выработку автомобилей по их грузоподъемности и средней плотности камня, гравия и песка. При этом имеют место недогрузки автомобилей.

Для учета загрузки автомобилей на карьере применяют автомобильные весы – весовые устройства, встроенные непосредственно в дорогу. Для автоматического учета и контроля возможна система учета,

монтируемая непосредственно на самом автомобиле. Принцип работы такой системы состоит в следующем. Через датчики, размещенные под кузовом автомобиля, информация о его загрузке в виде электрических импульсов поступает в блоки учета веса и контроля загрузки. При достижении установленной нормы веса груза в кузове блок загрузки включает сигнальное устройство, оповещающее водителя и машиниста экскаватора о конце погрузки. В блоке учета нарастающим итогом ведется подсчет перевезенного автомобилем груза, что в конце смены отмечается в путевом листе.

В случае необходимости система может быть дополнена автоматическим радиопередатчиком для передачи информации о загрузке автомобиля в диспетчерский пункт.

2. Особенности разработки месторождения рыхлых (обломочных) пород

Кроме каменных материалов из природных скальных пород в дорожном строительстве используется огромное количество рыхлых природных каменных материалов – гравия и песка.

Для их получения разрабатываются в основном притрассовые карьеры. Залежи, состоящие из смеси песка (более 50 %), гравия и валунов, называются песчано-гравийными месторождениями. При содержании песка в смеси менее 50 % месторождение называется гравийно-песчаным.

Нормативно-техническими документами установлены четкие требования к песку и гравиям, применяемым в различных бетонах и конструкциях дорожных объектов.

Гравийный материал получают сортировкой природных гравийно-песчаных смесей. Для дорожного строительства используют гравий размерами 5-10, 10-20, 20-40, 40-70 мм.

В гравии не должно быть более 10 % по массе слабых разновидностей пород (предел прочности при сжатии менее 20 МПа). Количество глинистых, илистых и пылевидных частиц не должно превышать 1 % по массе. **Комплекс работ по добыче и переработке гравия и песка состоит из технологических операций: подготовительных, вскрышных, добычных и переработки сырья на готовую продукцию.**

2.1. Подготовительные и вскрышные работы

Эти работы ведутся так же, как и при разработке месторождений камня. Обычно мощность вскрыши гравийных и песчаных месторождений незначительна и составляет 1-3 м. В связи с этим технология и организация подготовительных и вскрышных работ значительно упрощается.

2.2. Добыча гравия, песка и ПГС

Эти операции имеют две особенности:

1) поскольку залежи этого сырья маломощны, разработка ведется в один уступ;

2) обычно песок и гравий загрязнены различными примесями,

снижающими их качество, что требует вводить операции по промывке и сортировке. **Поэтому, при наличии вблизи водоемов, добычу и переработку материалов производят гидромеханическим способом.** В этом случае сырье добывают без применения буровзрывных работ (за исключением зимнего периода).

В зависимости от горнотехнических и гидрологических условий гравий и песок добывают несколькими способами. **Основным классифицирующим признаком способов добычи является степень обводнения месторождения.**

В сухих месторождениях, где полезное ископаемое находится выше уровня грунтовых вод, добыча осуществляется обычными способами, характерными для разработки грунтовых карьеров. Здесь используются различные землеройно-транспортные средства – экскаваторы в комплекте с транспортными средствами; скрепера, бульдозеры (как самостоятельно при малых расстояниях перемещения массы, так и в комплексе с транспортными средствами). Песок или гравий может предварительно загружаться в эстакадные бункеры, из которых затем они попадают в транспортные средства.

Разработку осуществляют послойно и при необходимости проводят разрыхление помощью рыхлителей.

Структура залежей и средства механизации определяют мощность выемочных слоев. Различают выемку тонкими слоями (до 1-2 м), малыми (2-5 м), средними (6-20 м) и мощными (более 20 м) слоями.

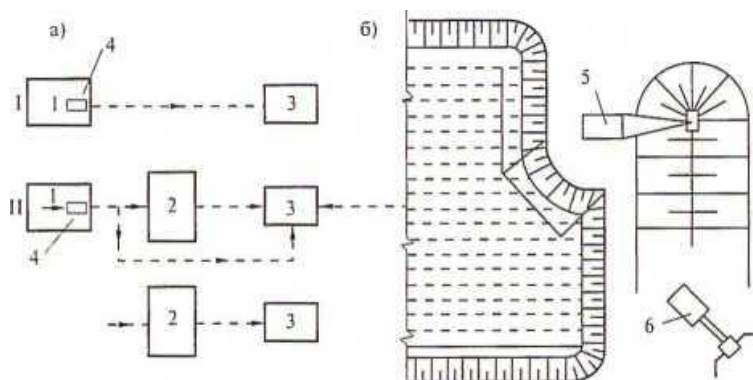
Технологические схемы разработки песчано-гравийных месторождений условно разделяют на три группы:

Схема 1 — песчано-гравийную массу частично или полностью перерабатывают в карьере 1 (в забоях) на передвижных камнедробильных установках 4. Готовую продукцию отгружают в карьере и доставляют непосредственно потребителю 3.

Схема II — песчано-гравийную массу из карьера 1 транспортируют на дробильно-сортировочную установку 4 или завод 2, откуда готовую продукцию отгружают потребителю 3.

Схема III — песчано-гравийную массу частично перерабатывают в карьере 1 на передвижных камнедробильных установках 4, куда горную массу из карьера доставляют автомобилями. От полустационарной установки 1 продукцию завода 2 доставляют конвейерным транспортом и автомобилями-самосвалами, а оттуда — потребителю 3.

Схемы разработки карьера песчано-гравийных месторождений



а – схемы разработки: б – план карьера; в – односторонняя групповая; 1 – карьер; 2 – завод; 3 – потребитель; 4 – передвижная камнедробильная установка; 5 – экскаватор-драглайн; 6 – экскаватор

В сырых месторождениях, когда нижняя часть полезного ископаемого находится в воде, гравий и песок добывают в верхней сухой части такими же способами, как и для сухих месторождений.

Обводненную часть карьера разрабатывают следующими способами:

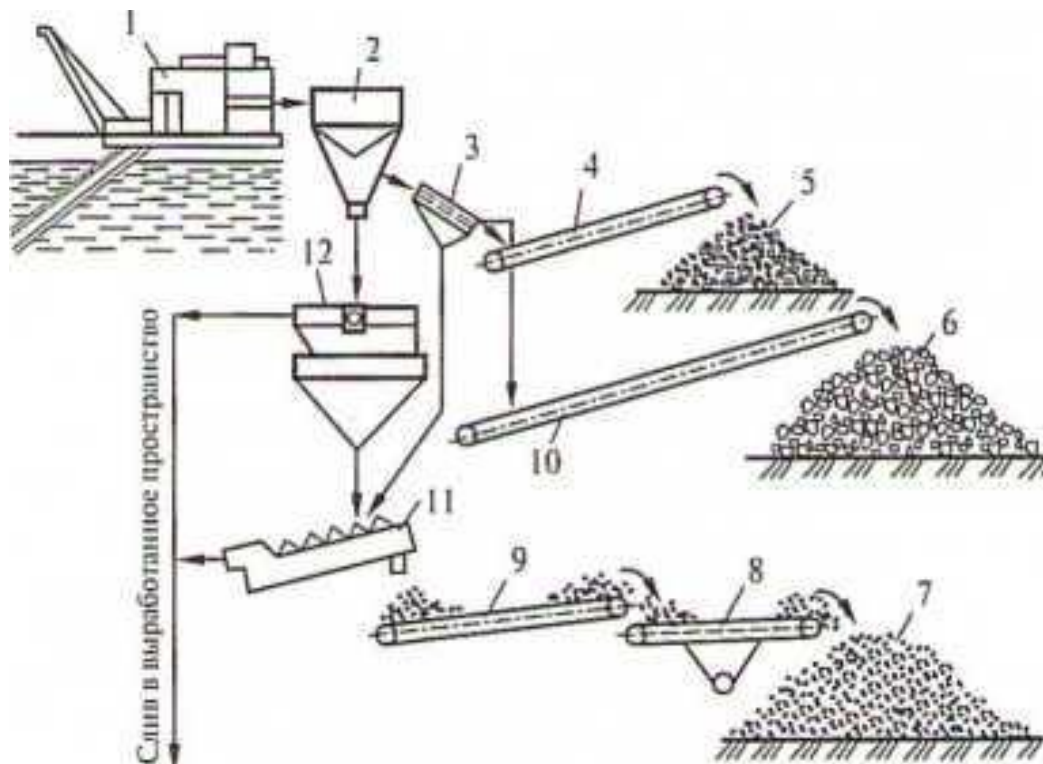
1) ***При незначительной площади обводнения*** и малой глубине воды в забое (1-1,5 м) песок и гравий можно добывать с применением грейферов. Добытую горную массу разгружают в штабель для промежуточного складирования, а затем – в транспортные средства.

2) ***При большой площади обводнения*** и глубине воды 2-2,5 м эффективнее применять драглайны с обычной и удлиненной стрелами и дырчатым ковшом для стока воды. Вынутый материал штабелируют на необводненной части выработки.

Иногда добытый гравий или песок разравнивают бульдозером для обезвоживания естественной просушкой.

3) ***При значительной площади обводнения и глубине воды более 2,5-3 м*** добычу песчано-гравийных материалов целесообразно вести землесосным снарядом. Гравий и песок намывают в штабеля высотой до 5 м, из которых их в дальнейшем разрабатывают.

Технологическая линия разделения песчано-гравийной смеси с помощью гидросособа



1 – земснаряд с землесосом; 2 – гидрогροхот; 3 – виброгροхот; 4, 9, 10 – ленточные транспортеры; 5 – склад гравия (5-20мм); 6 – склад гравия (>20мм); 7 – склад песка (0,14–5мм); 8 – штабелеукладчик; 11 – спиральный классификатор; 12 – сгуститель.

В мокрых месторождениях, когда верхняя часть забоя находится под водой, добычу гравия и песка ведут гидромеханизированным способом.

Гидромеханизированный способ добычи гравия и песка в наибольшей мере соответствует требованиям комплексной механизации. Все технологические операции – добыча, гидротранспортировка, переработка – полностью механизированы.

Гидромеханизированная добыча обеспечивает высокие производительность труда и качество продукции (получают промытый песок и гравий). Однако этот метод эффективен только при наличии больших запасов полезного ископаемого и воды. Применение гидромеханизации в маломощных притрассовых карьерах нецелесообразно.

3. Рекультивация земель

Одним из **важнейших направлений в области охраны природы** в зоне добычи каменных материалов из скальных горных пород и рыхлых обломочных месторождений, нарушенных в результате промышленной деятельности производственных предприятий (карьеров), **является рекультивация земель после выработки месторождений (где работы велись открытым способом).**

Проект рекультивации должен быть увязан с проектом горных работ и согласован с основным землепользователем и органами государственного контроля за использованием земель и утвержден в установленном порядке.

Вопросы рекультивации решаются для каждого карьера с учетом геологических, горнотехнологических и экономических факторов

разрабатываемых месторождений, почвенно-климатических зон и ландшафта местности.

Рекультивация земель производится в соответствии с Руководством по рекультивации земель, нарушаемых при дорожном строительстве.

Целью рекультивации является приведение земель в состояние, пригодное для использования в интересах сельского, лесного, водного хозяйства, промышленного, гражданского, дорожного строительства.

Горнотехническая рекультивация предусматривает сдачу земель пользователям для последующей биологической рекультивации и должна предусматриваться при проектировании и в процессе эксплуатации не позднее чем в течение года после окончания разработки месторождения.

В состав горнотехнической рекультивации земель включают:

– снятие плодородного слоя почвы и хранение во временных отвалах с площадей, отведенных под горные работы и отвалы вскрышных пород;

– планировку отвалов с целью образования удобных для рекультивации местности и строительства подъездных дорог, дренирование и другие мелиоративные мероприятия;

– отсыпку на рекультивированную поверхность плодородного слоя почвы и его планировку;

– другие инженерно-технические решения.

Горнотехническую рекультивацию земель, нарушенных открытыми горными работами, проводят организации, разрабатывающие месторождения, своими силами и за свой счет.

Расходы на рекультивацию должны быть предусмотрены в смете на разработку месторождений.

Лекция №4**Камнедробильные заводы (часть 1)**1. Основные процессы камнедробильных заводов.2. Дробление.3. Грохочение.4. Гидравлическое обогащение (классификация).5. Производство дробленого песка.6. Производство минеральных порошков для асфальтобетона.**1. Основные процессы камнедробильных заводов**

Добытые камень, гравий и песок почти никогда не могут быть использованы сразу по своему назначению. Исключение составляют качественные материалы, удовлетворяющие ТУ, и оптимальные гравийно-песчаные смеси.

В большинстве случаев необходимо освободить горную породу от примесей – часто бесполезных (пустые породы), а иногда просто вредных (глинистые частицы, пыль).

Поэтому для получения нужной продукции почти все каменные материалы из карьеров поступают к потребителям с переработкой на дробильно-сортировочных заводах.

Переработка каменных материалов состоит из технологических процессов:

- предварительной сортировки,
- дробления, грохочения,
- и обогащения.

Производство щебня состоит в последовательном выполнении приведенных операций, составляющих технологический процесс получения нерудных строительных материалов.

Цель предварительной сортировки – отделение от горной массы мелких кусков породы, по своим размерам не требующих дробления, а также крупных кусков, которые не проходят через зев дробилки. Сортировка производится на грохотах (отделителях).

2. Дробление

Цель дробления горной массы на щебень – раздробить крупные куски до заданных размеров. Эта операция самая трудоемкая. Показателем степени дробления является коэффициент дробления горной массы:

$$i = d_1/d_2$$

где d_1, d_2 — наибольший размер породы до и после дробления.

Величина d_1 определяется размером приемного отверстия дробилки B . Работа дробилки возможна при подаче в нее камня размером $d_1 < 0,8B$.

Степень дробления зависит

- от типа дробилки,
- прочности структуры камня

– заданных размеров фракций.

Чем выше степень дробления продукции, тем больше затраты работы на дробление и ниже производительность дробилки.

Для достижения высокой степени измельчения чаще всего требуется многостадийное дробление, при котором материал для получения заданного фракционного состава пропускают два-три раза через одну и ту же дробилку или последовательно через две-три разные дробилки.

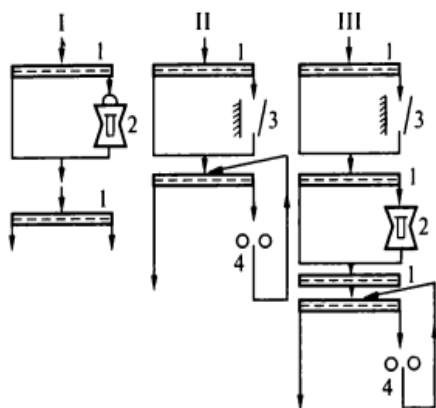


Рис. 4.1 Схемы дробления:
I, II, III – одно-, двух- и трехстадийные;
1 – грохот; 2 – конусная дробилка;
3 – щековая дробилка; 4 – валковая дробилка.

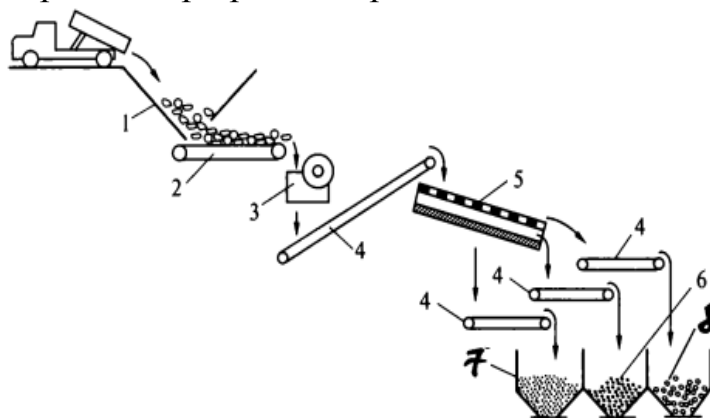


Рис. 4.2. Простейший дробильно-сортировочный завод:
1 – приемный бункер; 2 – питатель;
3 – дробилка; 4 – ленточные транспортеры;
5 – грохот; 6, 7, 8 – бункера для мелкого, среднего и крупного продуктов дробления.

Для дробления применяются щековые, валковые, конусные, молотковые, роторные и центробежные дробилки.

Щековые с простым качанием щеки применяют для первичного дробления; щековые со сложным качением, конусные, молотковые, роторные и валковые – для вторичного дробления; для дробления третьей ступени применяют конусные, молотковые, роторные и центробежные дробилки.

Щековые дробилки с простым качанием используют для крупного дробления каменных материалов различной прочности.

Для среднего дробления используют щековые дробилки со сложным качением (степенью измельчения $i = 3/5$). Они на 20-30 % производительнее обычных щековых дробилок, имеют примерно в два раза меньшую металлоемкость, однако у них короткий срок службы футеровки щек.

Для дробления очень прочных пород применяют дробилки с крутым подвижным усеченным конусом (гирационные). Они потребляют мало электроэнергии, имеют очень высокую производительность (100-1000 м³/ч), однако их недостатками является сложная конструкция и большие габариты.

Для крупного дробления очень прочных пород эффективны короткоконусные дробилки. Они имеют высокую производительность (40-310 м³/ч), простое устройство, обеспечивают значительную степень измельчения $i = 10/15$.

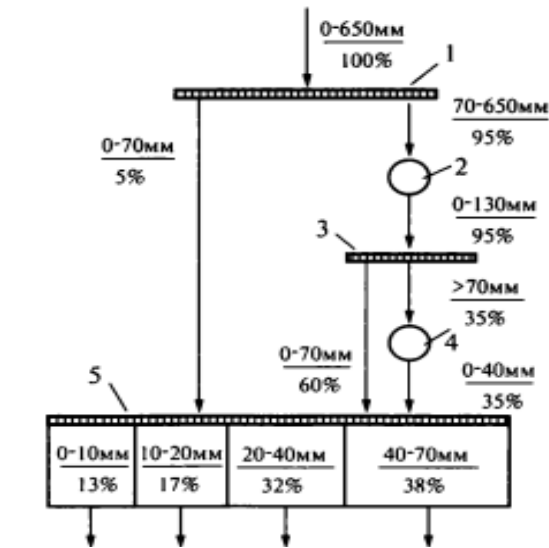


Рис. 4.3. Количественная схема открытого двухступенчатого дробления щебня:

- 1 – колосниковый отделитель;
- 2 – дробилка первичного дробления;
- 3 – грохот предварительного отсева;
- 4 – дробилка вторичного дробления;
- 5 – грохот окончательного отсева.

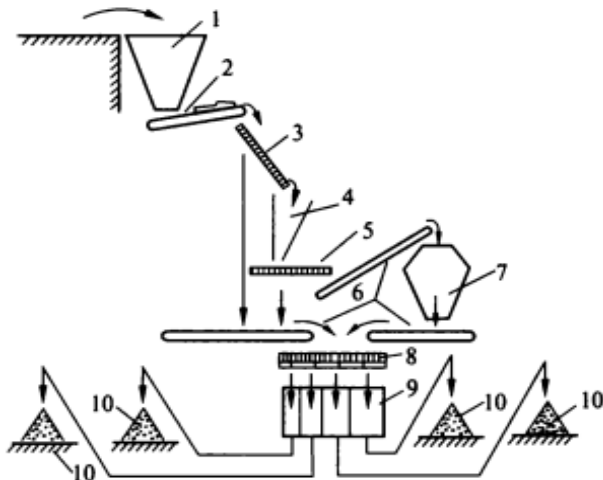


Рис. 4.4 Качественная схема дробления щебня:

- 1 – загрузочный бункер; 2 – питатель;
- 3 – колосниковый отделитель; 4 – щековая дробилка первичного дробления; 5 – грохот предварительного отсева; 6 – транспортеры;
- 7 – конусная дробилка вторичного дробления; 8 – грохот окончательного отсева; 9 – бункеры; 10 – склады.

Эффективность работы дробилок оценивают удельным расходом энергии ($\mathcal{E}_{уд}$) т.е. расходом энергии на дробление определенной массы (в тоннах) дробленого продукта.

$$\mathcal{E}_{уд} = E/Q$$

где E — энергия, затраченная на дробление, кВт-ч;

Q — количество дробленого продукта, произведенного дробилкой в час.

3. Грохочение

Процесс получения щебня заданных размеров предполагает осуществление одновременно двух операций:

- дробление исходной горной породы на куски
- классификацию этих кусков по размерам частиц с помощью грохочения.

Таким образом, цель грохочения щебня – разделение дробленой породы на заданные фракции. В дорожном строительстве размер фракций щебня стандартизирован: 5-10, 10-20, 20-40, 40-70 мм.

Грохочение производят на грохотах.

Эффективность грохочения оценивают коэффициентом грохочения $K_{Г}$

$$K_r = \frac{M_1 - M_2}{M_1}$$

где M_1 — количество фракций, прошедших через сито, m^3 ,
 M_2 - количество фракций, не прошедших через сито, m^3 .

При $K_r = 1$ достигается наивысшая эффективность грохочения.

Наиболее распространено механическое грохочение на плоских криволинейных поверхностях (ситах). Сыпучую смесь, поступающую на сортировку, называют исходным материалом (продуктом).

Куски (зерна), которые превышают размер отверстий грохота, остаются на его поверхности, их называют надрешетным продуктом; зерна, прошедшие отверстия сит, представляют собой подрешетный продукт.

Общая степень последовательного дробления i_0 равна:

$$i_0 = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3$$

Процесс дробления называется открытым, если горная масса проходит через дробилку один раз. и закрытым, если отсеянные куски, не прошедшие через грохот, направляются для повторного дробления на ту же дробилку.

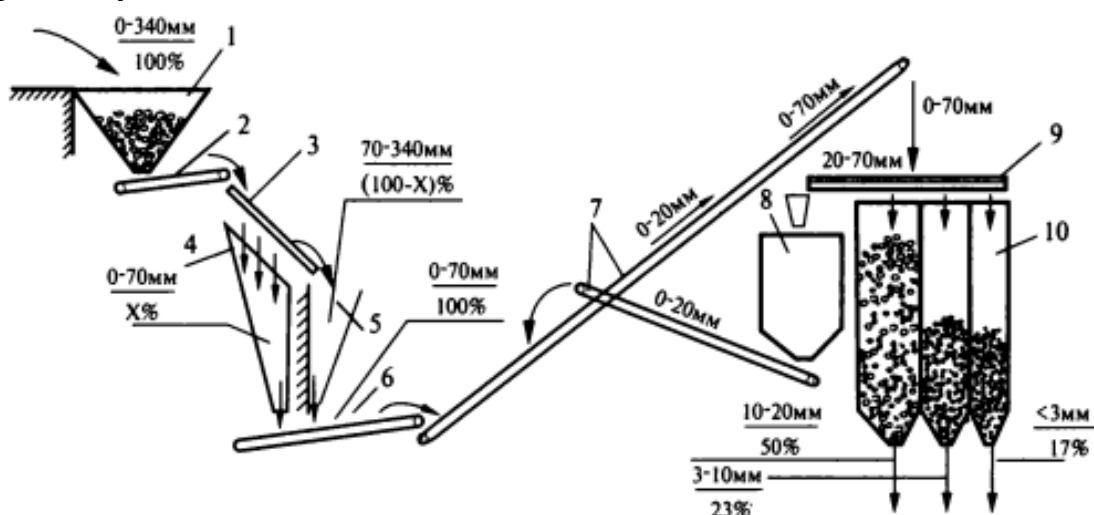


Рис. 4.5. Технологическая схема дробления камня на передвижной дробильно-сортировочной установке: 1 – бункер агрегата первичного дробления; 2 – пластинчатый питатель; 3 – колосниковый отделитель; 4 – бункерная течка; 5 – щековая дробилка; 6 – транспортер агрегата первичного дробления; 7 – транспортер агрегата вторичного дробления; 8 – конусная дробилка; 9 – инерционный виброгрохот; 10 – бункер с отсеками.

Для конкретных дробилок в заводских паспортах указывается график выхода сортов щебня в зависимости от ширины выходной щели дробилки для условно принятой характеристики (типа) горной породы.

При выборе технологической схемы дробления учитывают тип перерабатываемой горной породы. Таких основных типов три:

I – однородные магматические горные породы (граниты, диориты, сиениты и др.) с пределом прочности при сжатии 600 МПа и более. Породы чистые или загрязненные легкопромывистыми включениями.

II – прочные однородные осадочные породы (известняки, доломиты и др.) с пределом прочности при сжатии 60-200 МПа и более) незначительно

загрязненные.

III – неоднородные слабые породы (10-150 МПа) и значительно загрязненные труднопромываемыми загрязнениями.

В дорожном строительстве дробление и грохочение каменных материалов чаще всего осуществляется на передвижных дробильно-сортировочных установках, располагаемых непосредственно в карьерах. При этом внутривкарьерные перевозки горной массы сокращаются до минимума.

4. Гидравлическое обогащение (классификация)

Гидравлические классификаторы относят к группе гравитационных аппаратов, в которых вода служит средой, разделяющей зернистый материал на сорта по крупности частиц.

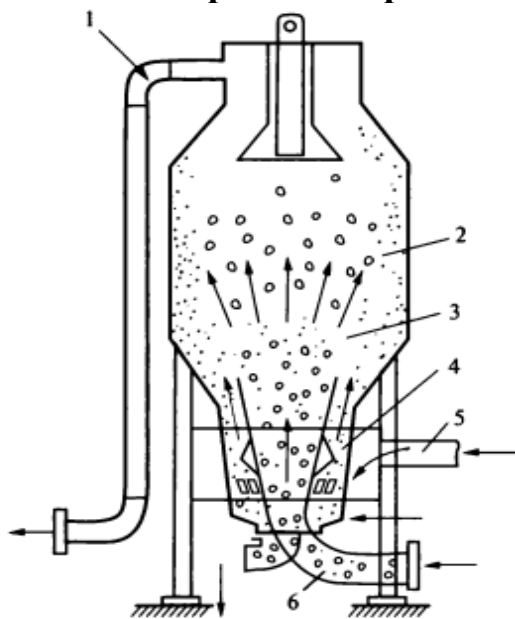


Рис. 4.6. Схема промывки и классификации песчано-гравийной смеси в вертикальном гидрокласификаторе



Рис. 4.7. Схема обогащения щебня по форме зерен в барабанном грануляторе

Процесс гидрокласификации происходит следующим образом. Песчано-гравийную смесь подают в классификатор через нижний патрубок 6, и, пройдя диффузор 3, она поступает в обогатительную камеру 2, площадь сечения которой намного больше площади верхнего сечения диффузора. Поэтому скорость восходящего потока смеси значительно уменьшается, что влечет за собой выпадение наиболее крупных частиц, которые попадают из обогатительной камеры 2 в классификационную 4. Классификационная камера расположена между диффузором 3 и внешней оболочкой аппарата.

В классификационную камеру 4, в нижнюю ее часть, подают из водонапорной башни чистую воду под напором через патрубок 5. Вода образует в камере восходящий поток, в котором материал разделяется по заданному граничному зерну.

Частицы песка, скорость падения которых меньше скорости восходящего потока, через верхний сливной коллектор по трубе 1 отводятся в

шлам, а крупный продукт, выпавший из классификационной камеры 4, обезвоживается и транспортируется на склад. Такая гидроклассификация позволяет разделить материал на два размера по одному граничному зерну. Граница разделена в пределах от 0,5 до 3 мм.

Обогащение щебня по форме зерен

Щебень кубовидной формы получают на виброгрохотах с щелевидными ситами, грануляцией щебня в роторных дробилках ударного действия и в барабанных грануляторах (рис. 4.7). Получение кубовидного щебня показано на рис. 4.8.

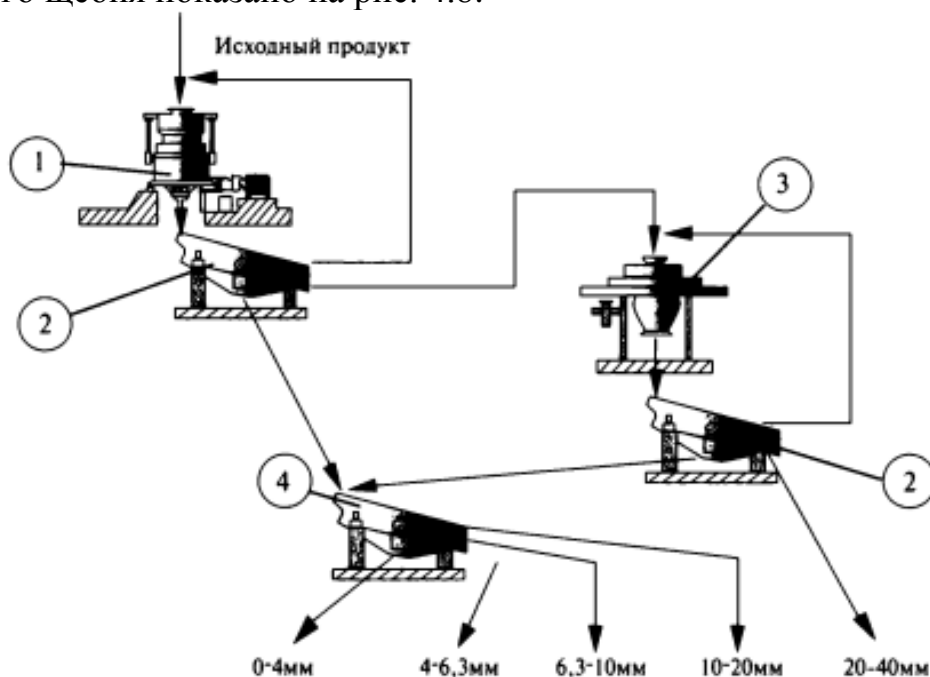


Рис. 4.8. Технологическая схема получения кубовидного щебня:
1 – конусная дробилка; 2 – двухситный грохот; 3 – центробежная дробилка;
4 – трехситный грохот.

Обогащение щебня в барабанном грануляторе состоит в том, что при вращении барабана продукт крупностью до 150 мм захватывается лопатками и поднимается вверх. Не достигая верхней точки барабана, куски падают вниз на слой материала. В процессе перекатывания и падения кусков тонкие лещадные зерна размельчаются, разламываются, острые края щебенки обламываются, вследствие чего их форма улучшается.

Обогащение щебня и гравия по прочности

Обогащение щебня и гравия по прочности осуществляют в отсадочных машинах и с помощью механических классификаторов.

Минеральные зерна различной прочности имеют разную плотность. Процесс разделения таких зерен в попеременно восходящем и нисходящем потоке воды называется отсадкой и его осуществляют в отсадочных машинах.

Механизм разделения зерен по плотности в отсадочных машинах весьма сложен, и его результаты зависят от многих факторов (частоты и амплитуды пульсации, формы зерен, толщины слоя, разности плотностей

разделяемых материалов).

Расслоение материала в отсадочных машинах происходит в условиях стесненного падения зерен. При отсадке смеси зерна различных плотностей разрыхляются при восходящем потоке. При нисходящем потоке воды происходит взаимное смещение зерен с различными плотностями. Продукт, соответствующий Государственному стандарту, можно получить, если количество обогащаемого материала с содержанием слабых разностей не превышает 35 %.

5. Производство дробленого песка

Искусственными называют пески, полученные дроблением горных пород или переработкой отсевов. Их получают путем дробления изверженных, метаморфических или прочных карбонатных осадочных пород (с прочностью не менее 60 МПа) в различных дробилках.

Пески, полученные дроблением в роторных и молотковых дробилках, содержат минимальное количество лещадных зерен (до 4 %). При измельчении в стержневых мельницах их доля в готовом продукте достигает 10-12 %. Высокий процент лещадных зерен (до 40 %) содержится в песке после валковой и конусной дробилок.

Более широкое применение нашли стержневые мельницы. Они отличаются простотой в эксплуатации (можно быстро заменить износившиеся дробящие детали). Технологическая схема приготовления дробленого песка с применением стержневой мельницы приведена на рис. 4.9.

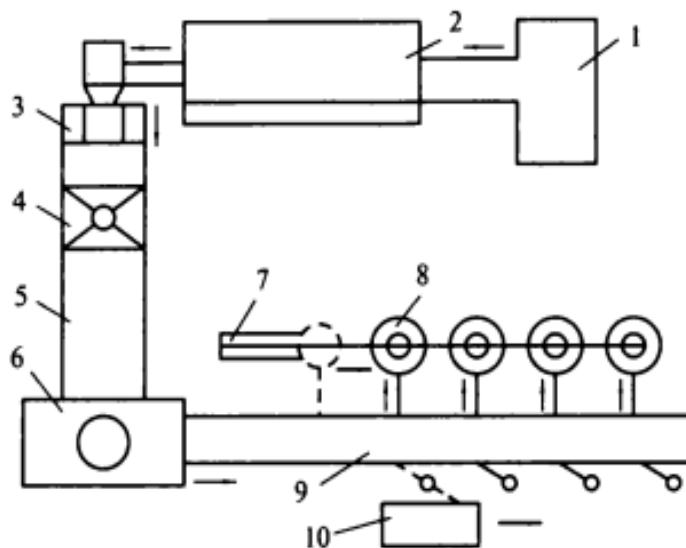


Рис 4.9. Технологическая схема одностадийного приготовления дробленого песка: 1 – подача сырья; 2 – стержневая мельница; 3 – грохот; 4 – бункер; 5 – транспортер; 6 – компрессор; 7 – силовая установка; 8 – силосы для песка; 9 – аэрожелоб; 10 – автомобиль-самосвал.

Измельчать горные породы можно дроблением с открытым и замкнутыми циклами. Более прост открытый цикл, но при нем труднее контролировать качество получаемого песка. Лучшее качество достигается при замкнутом цикле (уменьшается переизмельчение, лучше контролируется

зерновой состав).

В стержневых мельницах измельчение происходит, как правило, мокрым способом, получаемые при этом пески относят к средним или крупным.

Массовая доля зерен крупнее 5 мм не должна быть более 10 %, пылевидных частиц - не более 1-2 %, глины - не более 0,1-0,2 %. Дробленый песок используют в основном как добавку при приготовлении цемента- и асфальтобетонных смесей.

6. Производство минеральных порошков для асфальтобетона

По технологической схеме, приведенной ниже, можно готовить активированный и неактивированный порошок на КДЗ.

Целесообразно применять активированные порошки: они практически не смачиваются водой, чем улучшается их транспортирование, хранение и применение.

Технология приготовления активированного минерального порошка включает следующие операции: сушка минерального порошка и его нагрев до 120-140 °С; перемешивание с заданным количеством активирующей добавки (ПАВ или битум); измельчение в шаровой мельнице.

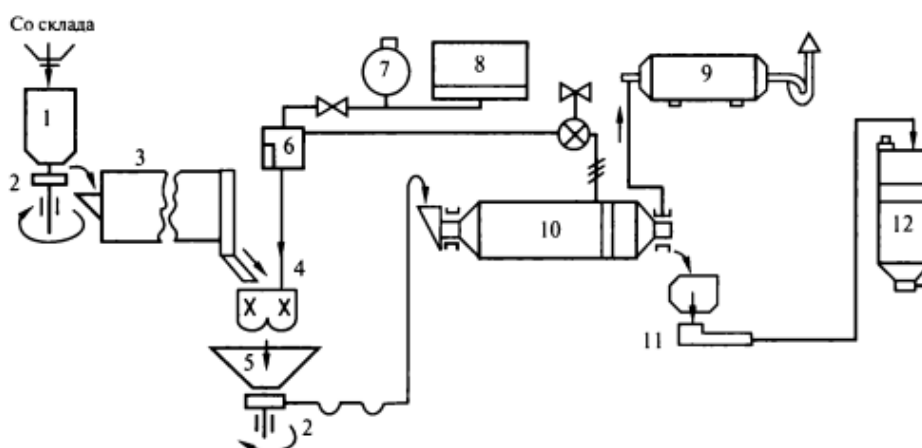


Рис. 4.10. Схема производства активированного минерального порошка:

- 1 – расходный бункер; 2 – тарельчатый питатель; 3 – сушильный барабан;
4 – лопастная 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 – силосный склад минерального порошка.

Щебень размером 20-40 мм доставляют со склада одноковшовым погрузчиком на пневмоходу в расходный бункер 1 и тарельчатым питателем 2 подают в сушильный барабан 3. После сушки щебень поступает в сборный бункер 5, а из него — в смеситель 4. В смеситель насосом подают активирующую смесь. После тщательного смешивания щебень направляют в шаровую мельницу 10, где происходит его тонкое измельчение. Из мельницы минеральный порошок шнековым конвейером или пневмотранспортом подается в бункер или силосы емкостью 300-350 т.

Для производства минерального порошка кроме КДЗ организуют специальные заводы или цеха на асфальтобетонных заводах.

В целях повышения качества порошка путем его активации целесообразно строить стационарные заводы для централизованного снабжения строительства. Минеральный порошок, приготовленный на заводе, всегда более качественный за счет применения совершенного и мощного оборудования, строгого соблюдения технологического процесса за счет контроля температуры нагрева исходного материала, точности дозирования, возможности автоматизации процесса производства.

Лекция №5

Камнедробильные заводы (часть 2)

1. Генеральные планы камнедробильных заводов (КДЗ).

2 Склады готовой продукции КДЗ.

3. Контроль качества готовой продукции и оценка эффективности работы КДЗ.

4. Охрана труда на КДЗ.

1. Генеральные планы камнедробильных заводов (КДЗ)

Выбор площадки и проектирование генерального плана КДЗ проводят с учетом климата, рельефа местности, окружающей застройки. Пример генплана КДЗ приведен на рис. 5.1.

Площадку завода выбирают с учетом ее расширения в перспективе. Административно-хозяйственные отделы КДЗ и жилые городки располагают на расстоянии от него 500-1000 м.

На самом КДЗ его цеха с повышенным выделением пыли располагают на подветренной стороне по отношению к помещениям, в которых работают люди (контора, лаборатория, площадка отдыха и др.).

Склады готовой продукции размещают с учетом эффективного использования железнодорожных и автомобильных погрузочных путей и площадок.

При решении генплана используют типовые технологические схемы переработки и обогащения каменных материалов.

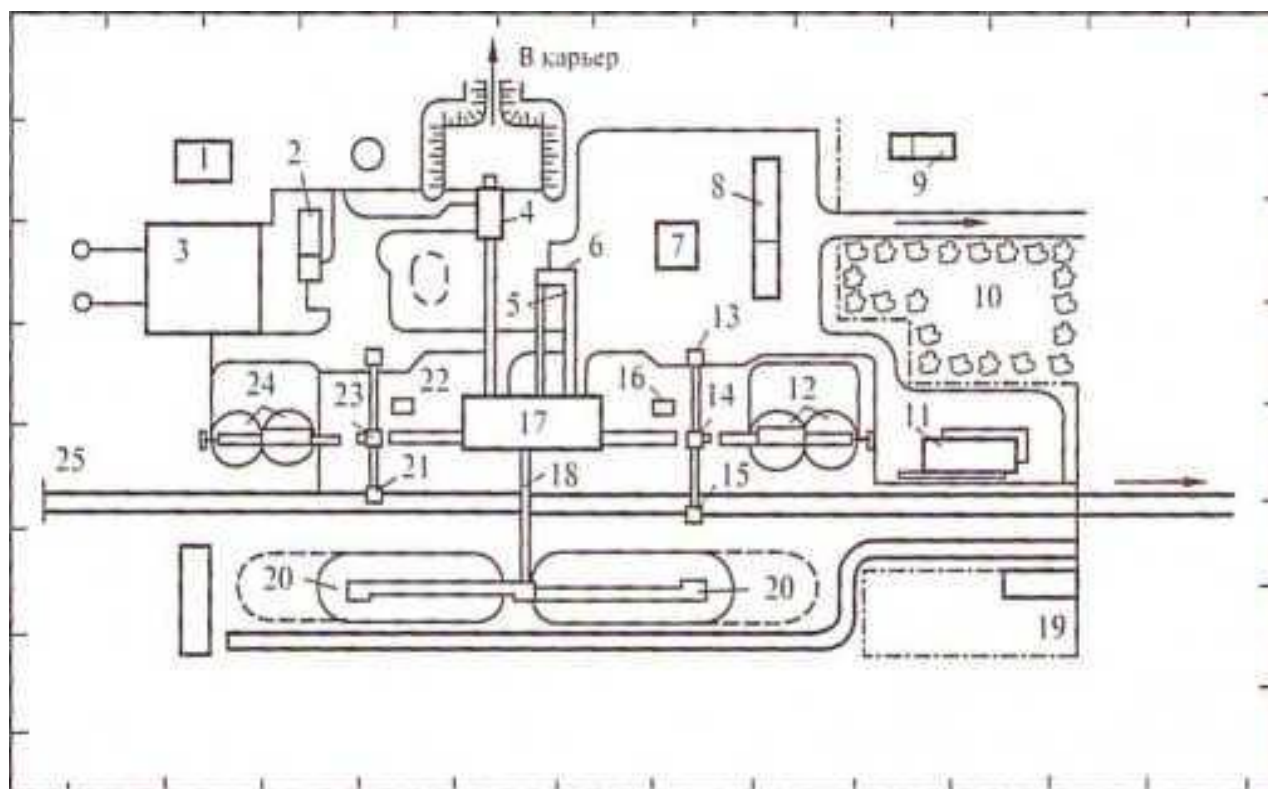


Рис. 5.1. Генеральный план гравийно-песчаного КДЗ с разделной выдачей гравия и песка: 1 – пожарный сарай; 2 – котельная, душ и гардероб; 3 – склад

топлива, масла; 4 – отделение первичного дробления; 5 – транспортер; 6,14, 15, 23 – перегрузочные углы; 7 – лаборатория; 8 – контора и диспетчерская; 9 – туалет; 10 – площадка отдыха; 11 – РММ; 12 – склад щебня; 13 – погрузочный бункер для автомобилей; 16, 22 – пульт управления; 17 – отделение вторичного дробления, промывки, сортировки; 18 – транспортер; 19 – охрана; 20 – склад песка; 21 – узел погрузки на железнодорожные платформы; 24 – склад гравия; 25 – железнодорожный тупик.

2. Склады готовой продукции КДЗ

Склады на КДЗ устраивают для размещения продукции после дробильно-сортировочных, моечных и других процессов и бесперебойной ее выдачи потребителю.

Погрузочно-складское хозяйство - важная составляющая сложного хозяйства КДЗ. Организация и комплексная механизация процессов на складах существенно влияет на все технико-экономические показатели работы КДЗ.

В общей стоимости строительства КДЗ затраты на сооружение складов составляют 20-45 %.

Основной характеристикой является вместимость склада – от нее исходят при проектировании типа и механизации погрузочных работ, определяющих производительность работы КДЗ и режим отгрузки готовой продукции.

Склады готовой продукции классифицируют:

- по способу хранения: открытые, закрытые;
- по форме и типу сооружений: конусные (рис. 5.2а), штабельные (рис. 5.2б) и эстакадно-траншейные (рис. 5.3).

Наиболее распространены на КДЗ открытые склады.

Для конусного склада необходимо оборудование, позволяющее изменять высоту сброса материала. Емкость конусного склада зависит от высоты конуса и угла естественного откоса (α) материала (например, для сухого песка $\alpha=30-35$ град, для щебня – 35-45 град).

Использование транспортеров позволяет отсыпать штабель разнообразной формы. Так, при использовании одного передвижного транспортера материал отсыпают в конус, тот же транспортер, расположенный на перемещающейся по рельсам тележке, позволяет отсыпать материал в призму (рис. 5.4).

На складах для погрузки минеральных материалов в транспортное средство широко применяют различные бункера.

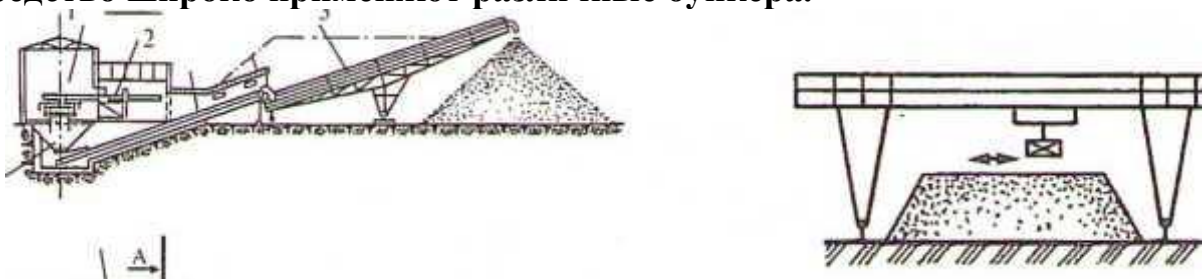


Рис.5.2. Схемы складов щебня: а – конусный; б – штабельный;
1-разгрузчик толкающего типа; 2- конвейер; 3-поворотный конвейер.

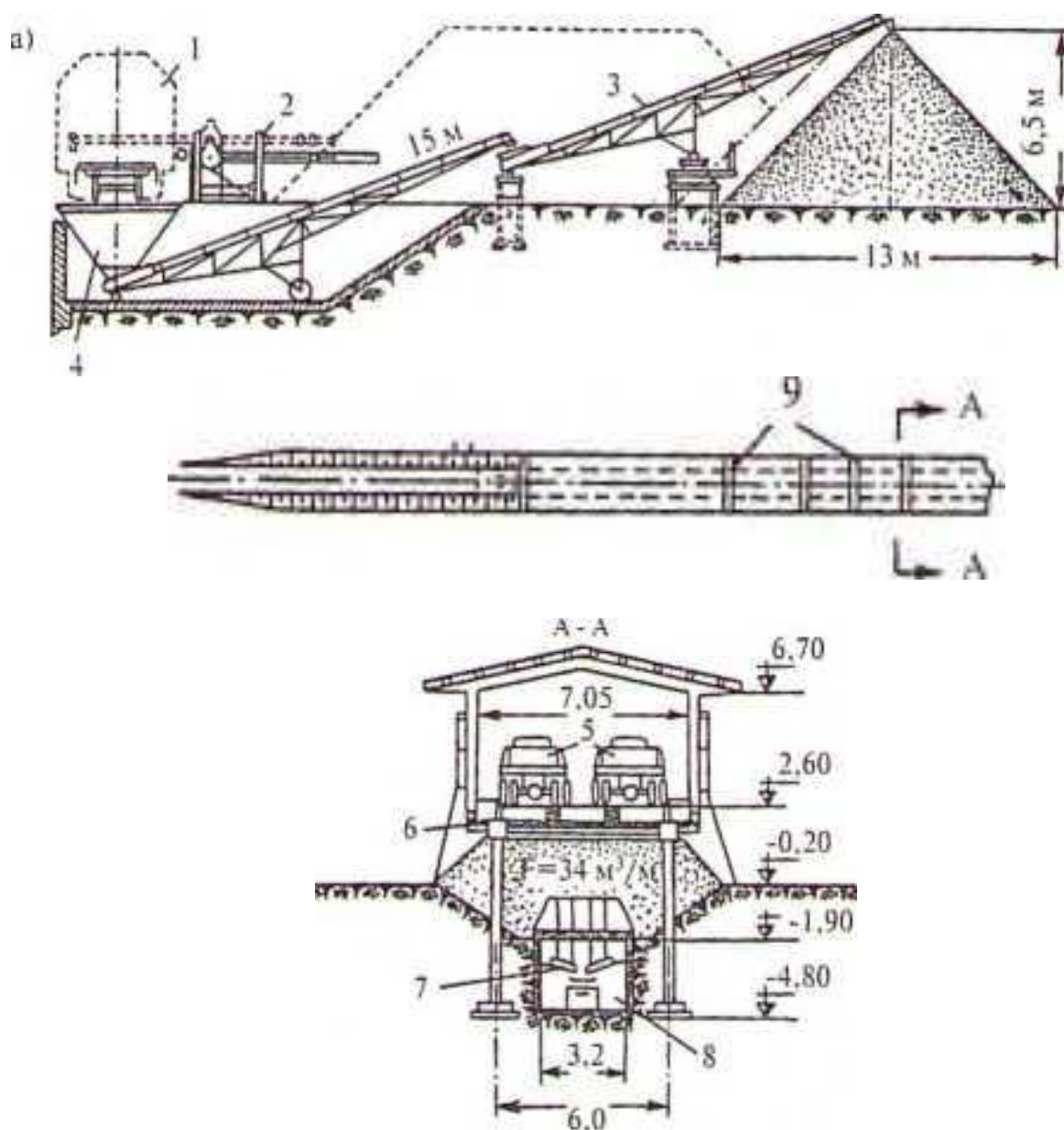


Рис 5.3. Виды складов готовой продукции КДЗ: а — открытый склад (конусный); б - закрытый траншейного типа с эстакадой;

- 1 — железнодорожный габарит;
- 2 — разгрузочная машина;
- 3 — ленточный транспортер;
- 4 — приемный бункер;
- 5 — автомобили-самосвалы;
- 6 — эстакада с решетчатым железобетонным настилом;
- 7 — регистры из труб для зимнего обогрева;
- 8 — транспортная галерея;
- 9 — разделительные стенки

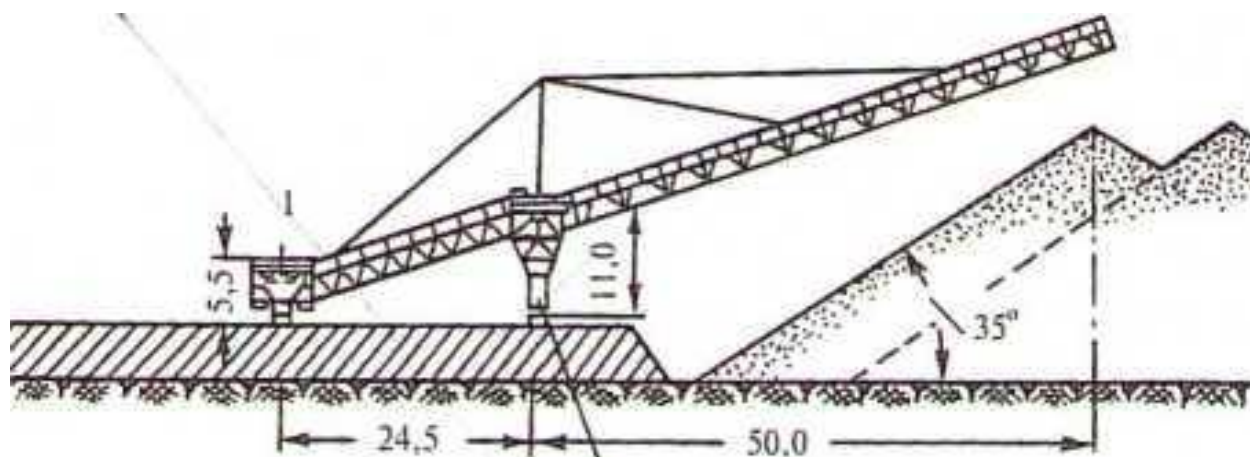


Рис 5.4. Схема работы штабелеукладчика:

1 — ходовая тележка;

2 — приводная тележка.

Осенью, зимой и ранней весной сыпучий материал смерзается и для его рыхления перед погрузкой в транспортные средства или выгрузки из них применяют специальные рыхлительные машины.

За последние годы в дорожной отрасли получили распространение прирельсовые веерные склады щебня объемом 15-20 тыс. м³ с инвентарными транспортерами.

Способы отгрузки готовой продукции и ее взвешивание. Готовую продукцию в зависимости от мощности КДЗ и места его расположения можно отгружать на железнодорожный, автомобильный и водный транспорт.

В соответствии с типами складов различают три вида погрузки:

- транспортерную,
- бункерную
- экскаваторную (или одноковшовыми погрузчиками). Щебень и гравий можно грузить любым видом машин; бутовый камень можно грузить только экскаваторами и погрузчиками.

3. Контроль качества готовой продукции и оценка эффективности работы КДЗ

Контроль качества щебня производят в соответствии с требованиями действующих нормативных документов (ГОСТ, СТБ).

Пробы щебня на КДЗ отбирают из потока щебня на открытых складах или из бункеров (силосов).

Отбор проб из потоков поддается механизации и автоматизации, в то время как отбор проб из неподвижных масс материала (штабелей) возможен только ручным способом. Ручной способ применяют только для контрольной проверки качества при отгрузке.

При контроле качества продукции на КДЗ проверяют:

- содержание глинистых частиц;
- форму зерен и наличие лещадки;
- размер щебня;
- прочность на сжатие;

- износостойкость щебня;
- морозостойкость щебня;
- влажность.

Все операции по контролю качества продукции КДЗ проводит лаборатория с целью определения его соответствия техническим условиям. Контроль проводят на всех этапах производства, транспортирования и хранения.

На КДЗ большой мощности контрольные функции возложены на ОТК (отдел технического контроля), который также контролирует качество горной массы, поступающей из карьера.

В соответствии с действующими стандартами контроль качества щебня подразделяют на прямо-сдаточный (ежедневный) и периодический.

На готовую продукцию ОТК составляет паспорт лабораторных испытаний и оформляет документами аттестацию продукции по качеству.

Показателями экономической эффективности работы КДЗ являются:

- удельные капиталовложения (стоимость основных фондов) на единицу продукции;
- удельные мощности двигателей на единицу продукции; удельные энергозатраты (электроэнергии, газа, мазута, сжатого воздуха) на единицу продукции;
- трудовые затраты в человеко-часах на производство единицы продукции; стоимость единицы продукции.

Указанные показатели можно получать и анализировать как по заводу в целом, так и по отдельным его цехам.

В качестве итоговой обобщающей оценки эффективности данного КДЗ предпочтительно полученные показатели его деятельности сравнивать с базовой моделью – действующим передовым предприятием или типовым проектом.

Целесообразно также при сравнении вариантов эффективности механизации на КДЗ производить расчеты по приведенным затратам на общий объем продукции предприятия ($ПЗО_{кзд}$):

$$ПЗО_{кзд} = C_0 + K \frac{П_{г}}{Т_{г}} E$$

где C_0 – себестоимость продукции, исчисленная на годовую производительность КДЗ;

K – капитальные вложения на механизацию КДЗ;

$П_{г}$, $Т_{г}$ – соответственно годовая производительность КДЗ и число часов работы ведущей машины (первичной дробилки).

Лучшим вариантом механизации КДЗ является вариант с наименьшим размером приведенных затрат.

4. Охрана труда на КДЗ

Обеспечение здоровья и безопасных условий труда на КДЗ – важнейшее требование к нормальной работе на таком предприятии. В оздоровлении условий труда и рационализации трудового процесса заложены большие резервы повышения производительности труда.

КДЗ – пыльное и шумное производственное предприятие.

На терморегуляцию организма работающего значительно влияет микроклимат производственных помещений, определяемый температурой, влажностью и скоростью движения воздуха.

На рабочих в процессе труда также воздействуют шумовой и вибрационный фактор, газовая загрязненность воздушной среды, недостаточное освещение, невысокое качество питьевой воды и др.

Нормами установлена температура не ниже 14 °С, влажность около 80 %, скорость движения воздуха 0,2 м/с в холодный период и не более 0,3 м/с в теплое время года. Запыленность воздуха – не более 10 мг/м³ в зависимости от состава пыли.

Взрывные работы регламентируются правилами безопасности ведения взрывных работ.

Основным условием ведения горных работ в карьерах является устойчивость откосов уступа.

Устойчивость откоса определяют соотношением сдвигающих сил от собственного веса и внешней нагрузки и сил сопротивления сдвижки, к которым относятся силы трения и сцепления разрабатываемой породы.

При разработке пород одноковшовым экскаватором с прямой лопатой высота уступа не должна превышать более чем в 1,5 раза наибольшую высоту черпания экскаватора.

Технологические процессы на камнедробильных заводах сопровождаются загрязнением воздуха пылью перерабатываемых природных каменных материалов. Большинство этих материалов содержат диоксид кремния, что создает опасность заболевания рабочих силикозом (при длительном нахождении в запыленной зоне может перейти в туберкулез легких).

Взвешенная пыль с воздухом образует дисперсную систему, которая напоминает коллоидные растворы (золи) и поэтому взвешенную пыль называют пылевым аэрозолем.

Основная масса пылевого аэрозоля образуется в процессе дробления и грохочения, а также при перемещении продукции с желобов и транспортеров в местах перегрузки материалов.

Особенно опасна пыль с содержанием SiO₂, которая образуется при дроблении гранита (SiO₂ до 70 %), а в песчанике – до 95 %. Поэтому борьба с загрязнением воздуха пылью является важнейшим вопросом оздоровления труда рабочих на КДЗ.

Для эффективной локализации очагов пыления необходимо устраивать местные надежные укрытия, подсоединяемые к системе пылеудаления (аспирации). Такие системы включают: пылевые

центробежные вентиляторы, пылеулавливатели – мокрые или сухие циклоны; акустические и электростатические пылеулавливатели.

Простым и эффективным и в то же время дешевым способом борьбы с запылением воздуха является гидрообеспыливание (рис. 5.5).

Гидрообеспыливание – увлажнение пылящих материалов или осаждение пылевого аэрозоля в производственных помещениях и на открытом воздухе с помощью форсунок, установленных в укрытиях машин пылящего оборудования и в верхней части приемных бункеров.

Требования охраны труда на КДЗ предусмотрены Правилами техники безопасности в нерудной промышленности. Рабочие места должны быть безопасны для производства работ, пребывания и перемещения людей, не иметь скользких поверхностей. На движущихся частях машин должны быть ограждения, козырьки и решетки у приемного отверстия дробилок.

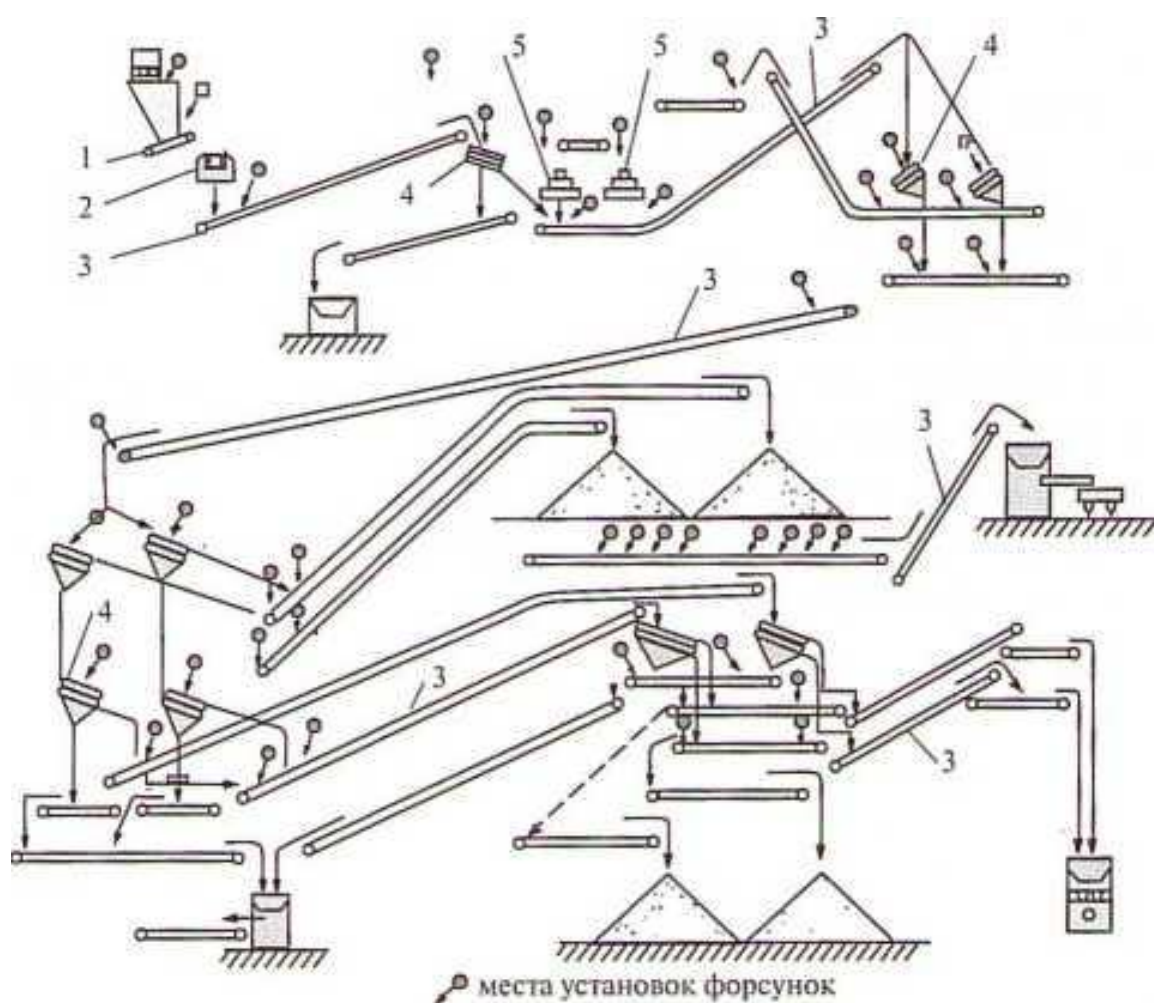


Рис 5.5. Гидрообеспыливание на КДЗ:

- 1 – пластинчатый питатель;
- 2 – щековая дробилка;
- 3 – ленточный транспортер;
- 4 – вибрационный грохот;
- 5 – конусная дробилка.

Для перехода через ленточные конвейеры устраивают мостики с перилами. В местах прохода под конвейерами устраивают защитные полки.

Опасные зоны должны быть ограждены соответствующими знаками и предупредительными надписями, освещаемыми в темное время. Перед пуском машин должны подаваться звуковые или световые сигналы.

Лекция №6

Предприятия по подготовке органических вяжущих (часть 1)

1. Назначение, классификация и технологический процесс.

2. Битумохранилища.

3. Обезвоживание битума и его нагревание до рабочей температуры в битумоплавильне с масляным обогревом.

4. Обезвоживание битума и его нагрев в бескотловой установке.

5. Генеральный план битумной базы.

1. Назначение, классификация и технологический процесс

Для обеспечения строительства органическими вяжущими организуют специальные предприятия - битумные базы, предназначенные для приготовления и кратковременного хранения вяжущих, а также подготовки их к использованию.

При строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог широко применяются органические вяжущие материалы: битумы и эмульсии на их основе. Они используются при укреплении грунтов, устройстве поверхностных обработок, конструктивных слоев дорожных одежд (оснований и покрытий), устраиваемых из различных видов битумо-минеральных смесей, включая наиболее распространенные – асфальтобетонные.

Объем использования органических вяжущих материалов довольно значителен. Например, при строительстве оснований из укрепленных грунтов на 1 км дороги нужно 120-150 т вяжущего; при строительстве покрытий из щебня и гравия, укрепленных органическими вяжущими – до 40-60 т; при среднем и капитальном ремонте асфальтобетонных покрытий – до 10-12 т.

Для обеспечения строительства органическими вяжущими организуют специальные предприятия – битумные базы, предназначенные для приготовления и кратковременного хранения вяжущих, а также подготовки их к использованию.

Базы органических вяжущих классифицируют по следующим признакам:

– по длительности работы на одном месте - постоянные (стационарные) и временные (передвижные);

– по расположению относительно транспортных магистралей – прирельсовые, имеющие железнодорожные пути, и притрассовые, расположенные вблизи трассы дороги и не имеющие непосредственной связи с железной дорогой.

Технологический процесс работы баз состоит из следующих операций:

- выгрузки вяжущих материалов из транспортных средств;
- хранения вяжущих, обезвоживания, подогрева их до заданной температуры;
- выдачи готовой продукции.

Вязкие битумы доставляют на базу железнодорожным или автомобильным транспортом.

Если дальность доставки вяжущих от завода до базы менее 200-300 км целесообразно применять **автобитумовозы**, при большем расстоянии – **железнодорожный транспорт**.

2. Битумохранилища

Технологическая схема битумохранилища не зависит от ее расположения и мощности. Основными процессами, которые определяют технологическую схему, являются:

- выгрузка и подача вяжущего в хранилище;
- его подогрев в хранилище;
- подача в котлы или установку для его обезвоживания;
- нагрев битума до требуемой рабочей температуры.

2.1. Доставка битума

По железной дороге битум доставляют в закрытых цистернах емкостью 60 т или в вагонах бункерного типа (для твердых битумов). В последнем случае на нефтеперегонном заводе горячий битум из резервуаров сливают в бункерные полувагоны. После налива и непродолжительного отстоя, необходимого для образования пленки застывшего битума, препятствующей его расплескиванию, бункер закрывают крышкой.

Поскольку битум может застывать в пути, для разгрузки вагонов-бункеров приходится разогревать битум, пропуская пар через двойные стенки бункеров. Из опрокинутого бункера битум «куском» вываливается в хранилище. Опрокидывание производят с использованием ручной или механической лебедки.

Как правило, для перевозки вязких битумов (только для дорожников) используют цистерны-термосы. По дну цистерны проложен змеевик, по которому пропускают пар для подогрева битума до состояния его текучести. Сливной патрубков во время слива битума подогревают паром .

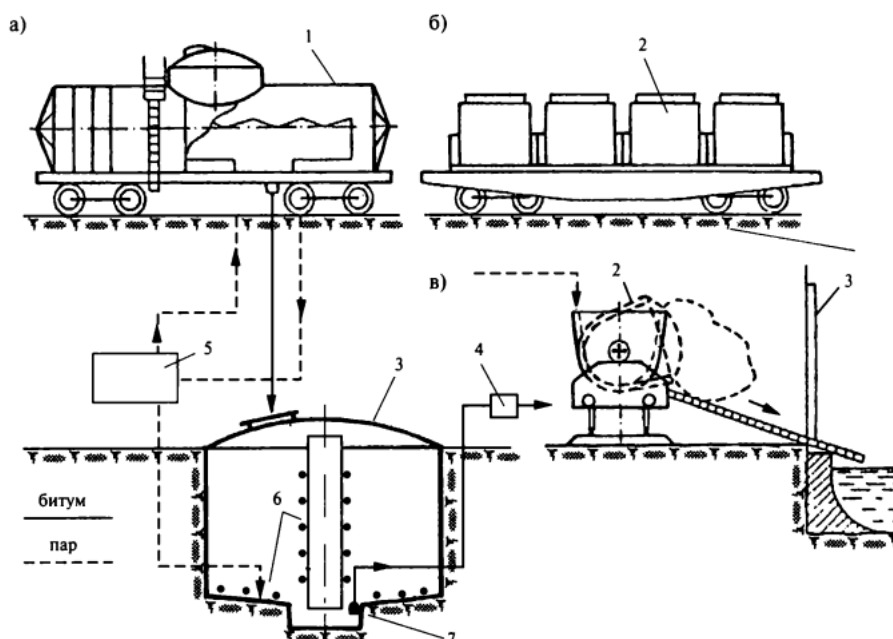


Рис. 6.1. Транспортные средства для перевозки битума по железной дороге и разгрузка его на битумной базе:

- а – слив из цистерны; б – разгрузка из бункерных опракидывающихся полувагонов; в – схема разгрузки твердого битума из бункерного полувагона; 1 – цистерна-термос; 2 – бункерный вагон; 3 – битумохранилище; 4 – насос; 5 – паробразователь (передвижной или котельная); 6 – змеевик с паром; 7 – приямок.

2.2. Хранение битума

Одно из основных требований хранения битума – исключить попадание в него влаги. Влага усложняет нагрев битума и значительно увеличивает расход теплоносителей на его подготовку для использования.

Все битумохранилища оборудуются системами подогрева битума до текучести, позволяющей перекачивать его шестеренчатыми насосами.

Битумохранилища классифицируют:

- по вместимости резервуара и назначению;
- положению резервуара по отношению к земной поверхности;
- типу нагревателей (пар, электричество и др.).

По вместимости резервуара: до 100 т – битумохранилище **временное**, 500 т и более – **постоянное**. Такое разделение условно.

По положению резервуара относительно земли битумохранилища бывают наземного, полуподземного и подземного типов.

Наземные резервуары стальные (цилиндрические и др.) изготавливаются из сборных конструкций и относительно легко монтируются.

2.3. Способы предварительного нагрева битума

Наиболее удобны для эксплуатации битумохранилища с заводским оборудованием для нагрева.

В битумохранилищах используют для нагрева битума пар,

электричество, горячее минеральное масло.

Пароподогрев вяжущих пока наиболее распространен на притрассовых базах.

В хранилище укладывают донные трубы, а в приемке устанавливают змеевик диаметром 2-3 дюйма, по которым пропускают насыщенный пар с давлением 6-8 ат. **Максимальная температура нагрева вяжущего при этом способе достигает 100-110 °С.**

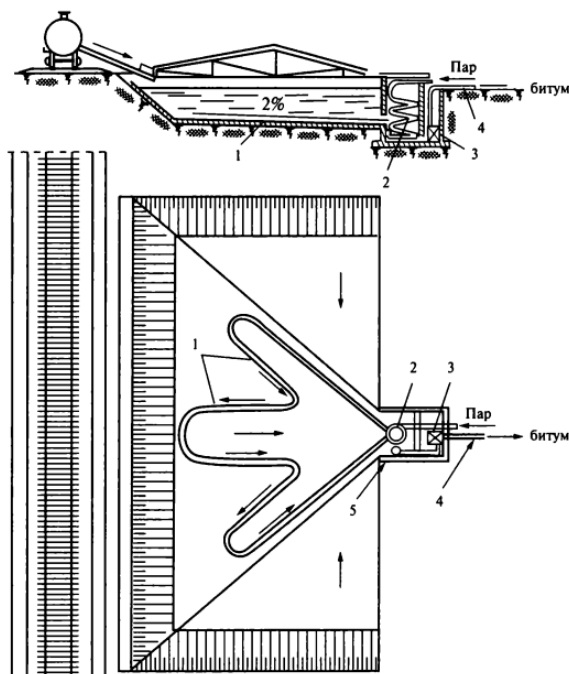


Рис. 6.2. Схема хранилища с паронагревом:
1 – донные трубы; 2 – змеевик приемка;
3 – битумный насос; 4 – битумопровод;
5 – забор вяжущего материала из приемка.

В хранилищах подземного типа применяют нагревательно-перекачивающий агрегат, который послойно нагревает и перекачивает битум насосом в автобитумовозы, автогудронаторы, битумный цех АБЗ.

Агрегат типа порталного крана монтируют на стальном пути и перемещают вдоль него по рельсам.

К мосту на стальных канатах подвешивают нагреватель. Нагреватель имеет набор труб, соединенных между собой так, что носитель (пар) последовательно проходит все трубы. Битум расположен среди труб в металлической коробке, обеспечив стекание разогретого битума к насосу только из верхнего слоя послойного разогрева битума происходит опускание нагрев последующего слоя и перекачка его потребителям.

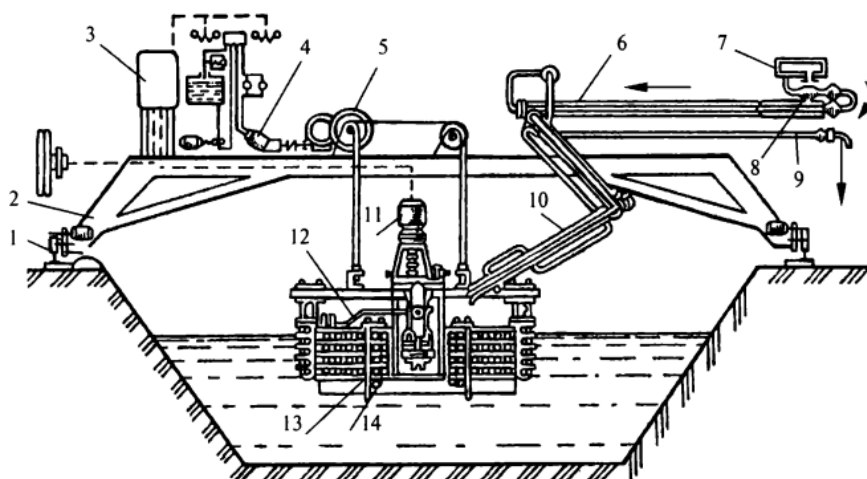


Рис. 6.3. Нагревательно-перекачивающий агрегат:

1 – механизм передвижения; 2 – тележка; 3 – пульт управления; 4 – гидропривод механизма подъема; 5 – лебедка для подъема и опускания нагревательного узла; 6 – паробитумопровод; 7 – магистральный битумопровод; 8 – гибкий металлорукав; 9 – отвод конденсата; 10 – трехшарнирный обогреваемый битумопровод; 11 – электродвигатель; 12 – подводящий паропровод; 13 – пакет трубчатых регистров; 14 – короб.

В современных нагревательно-перекачивающих агрегатах можно и нужно в качестве теплоносителя применять электроэнергию, инфракрасные лучи, горячее минеральное масло, что снижает расход энергии по сравнению с подогревом паром.

Маслоподогрев применяют в некоторых случаях при эксплуатации стационарных битумохранилищ. С помощью этого способа вязущие материалы можно подогреть до температуры 170-180 °С.

Маслоподогрев экономичнее пароподогрева, однако коксование масел в трубах и батареях приводит к загрязнению, необходимости чистки и сокращению их срока службы.

Электроподогрев. В настоящее время доказана целесообразность подогрева органических вязущих материалов с использованием электроэнергии.

Для подогрева вязущих в хранилище и приемке используют различные электронагреватели. Электрические нагреватели изготовляют в виде спиралей из нихрома, пакетов из гофрированного железа или проволоки (нагрев битума от 10 до 100 °С). Нагреватели помещают непосредственно в нагреваемый материал. Их недостаток – значительный расход электроэнергии: для нагрева 1 т битума при влажности 5 % нужны установки мощностью 60-80 кВт.

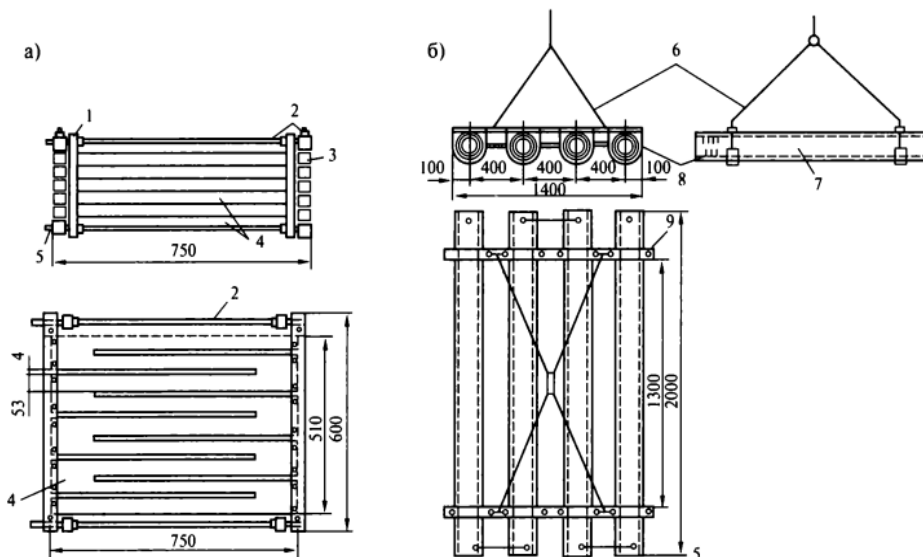


Рис. 6.4. Электрические нагреватели:

а – пакетный пластинчатый; б – трубчатый пакетный; 1 – асбестовые прокладки; 2 – натяжные болты; 3 – деревянные бруски; 4 – нагревательные пластины; 5 – выводные концы элемента; 6 – подвески; 7 – асбестоцементная трубка; 8 – нагревательная спираль; 9 – стальные полосы.

Опыт эксплуатации показал, что лучшие типы энергонагревателей – плоские. В трубчатых нагревателях происходит шлакование вязущих.

С помощью электроподогрева органические вязущие материалы можно нагревать до 160-180 °С. Стоимость электроподогрева в 1,5-2 раза меньше стоимости паронагрева.

Положительные результаты достигнуты также с помощью инфракрасных излучателей. Ввиду небольших размеров и простоты конструкции эти нагреватели очень удобны при эксплуатации, однако пока широкого применения не получили.

Для внутривозовского транспортирования битума используют битумные коммуникации из труб диаметром 2,5-3,5 дюйма с наружным обогревом, который может быть паровым, электрическим или жидкостным (масляным).

Битумопроводы монтируют из стальных бесшовных труб. На притрассовых базах битумопроводы прокладывают по поверхности земли на железобетонных или металлических стойках высотой 3 м. Битумопроводу придают уклон в 20 % в сторону подачи битума, обеспечивающий сток битума из любой его части. В пониженных местах битумопровода устраивают отверстия с пробками для выпуска оставшегося в трубах битума. Перекачку выполняют насосы, преимущественно шестеренчатого типа.

3. Обезвоживание битума и его нагревание до рабочей температуры в битумоплавильне с масляным обогревом

Нефтеперерабатывающие заводы часто поставляют битум с содержанием влаги более допустимой нормы 2,5 %. Часть битума прибывает с обводнением 10-15 %.

Для обезвоживания и его нагрева до рабочей температуры применяют различные нагревательные (плавильные) установки.

Технологический процесс работы плавильных установок состоит из следующих операций:

- перекачки подогретого до температуры 80-100 °С битума из хранилища в котлы-битумоплавильни;
- обезвоживания битума при нагреве до температуры 110-120 °С;
- перекачки обезвоженного битума в рабочий котел, где его продолжают нагревать до рабочей температуры (130-170 °С), предусмотренной технологическим процессом.

Известно, что перегрев битумов значительно ухудшает их физико-механические свойства. Общая продолжительность нагрева зависит от марки битума, требуемой рабочей температуры, типа плавильни и колеблется от 5 до 12 ч. Для исключения перегрева битумов необходим строгий контроль и автоматизация процесса обезвоживания с тенденцией сокращения его времени.

Циклические способы нагрева, например, в битумоплавильных котлах должны быть категорически запрещены повсюду (поскольку такой режим приводит к ускоренному старению битумов).

Нагрев битума в котле с масляным нагревом – наиболее прогрессивный и экономичный способ.

Используют минеральные масла с низкой вязкостью, высокой температурой кипения, не разлагающиеся при высоких температурах и не вызывающие коррозии металлических частей установки.

Низкая вязкость масел обеспечивает хороший теплообмен, а высокая точка гашения – работу нагревательной системы без избыточного давления.

Для нагрева минерального масла используют специальные агрегаты, которые обеспечивают нагрев битума до рабочей температуры и поддерживают необходимую температуру в цистерне-плавильне.

Нагрев масла производят форсунками, работающими на дизельном топливе в автоматическом режиме. Система позволяет автоматически контролировать температуру и давление теплоносителя.

4. Обезвоживание битума и его нагрев в бескотловой установке

Несмотря на появление новых котловых плавильных установок, стоимость приготовления органических вяжущих в них остается высокой.

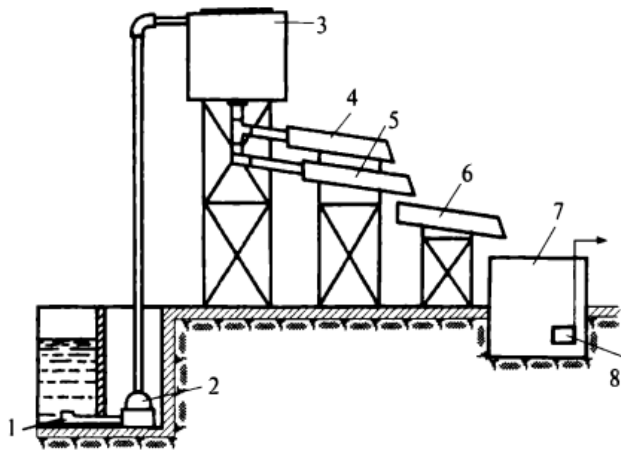


Рис. 6.5. Установка для бескотлового приготовления органических вяжущих материалов:

- 1 – забор вяжущего в хранилище;
- 2 – шестеренчатый насос;
- 3 – напорный бак вяжущего;
- 4, 5, 6 – открытые лотки;
- 7 – расходный бак;
- 8 – насос.

Лотки изготовлены из открытых асбестоцементных труб (их половинок), на дне которых смонтированы стальные электронагревательные элементы.

Перемещаясь по лоткам битум тонким слоем «омывает» нагревательные элементы. Вначале наблюдается бурное выделение паров воды, затем образовавшаяся малостойкая пена разрушается и во второй половине концевой лотка нагревательные элементы обтекает уже обезвоженный битум, температура которого достигает заданной, т.е. рабочей температуры. Затем битум сливается в расходный бак, откуда подается насосом потребителям.

5. Генеральный план битумной базы

Общая схема прирельсовой битумной базы показана на рис. 6.6.

Генеральный план битумной базы разрабатывается с целью:

- решить вопросы расположения битумохранилища;
- установок для обезвоживания и нагрева битума до рабочей температуры;
- складов топлива и масел;
- административно-хозяйственных помещений, ремонтной мастерской, парокотельной и др.;
- установить положение и протяженность дорог, битумных, паровых и водяных коммуникаций, сетей электроснабжения.

Рекомендуемый масштаб чертежа генерального плана от 1:200 до 1:500.

Для битумных баз большой мощности целесообразно разрабатывать два плана: генплан и план коммуникаций и дорог.

При решении генерального плана следует учесть также перспективу дальнейшего развития базы, потребность других дорожных и строительных организаций, приготовление эмульсий и т.п. Оформляют генеральный план так же, как и план КДЗ.

При размещении оборудования, в первую очередь, отводят место на плане для битумохранилищ, поскольку они занимают на базе больше всего места. На прирельсовой базе битумохранилище располагают вдоль железнодорожного тупика, обеспечивая фронт разгрузки не менее четырех – пяти цистерн или бункерных вагонов. В центре отводимого участка обычно

размещают установку для обезвоживания и нагрева битума с таким расчетом, чтобы битумные и паровые (при паровом обогреве) коммуникации были возможно короче.

Жилые помещения и помещения для культурно-массового обслуживания рабочих рекомендуется также устраивать за пределами базы на расстоянии санитарной зоны (100-200 м) с подветренной стороны.

Необходимо предусмотреть ограждение базы, конструкция которого зависит от продолжительности нахождения базы на одном месте и ее мощности: глубокая канава, штакетник, колючая проволока, сплошной забор и др. Охрана базы и контроль вывоза материальных ценностей должны быть обеспечены при въезде и выезде с базы.

Площадь всей базы складывается из площадей, занимаемых оборудованием и сооружениями, дорогами, противопожарными разрывами, площадками-стоянками автогудронаторов, битумовозов и ремонтируемых машин. Коэффициент использования площади должен быть не менее 0,6-0,8.

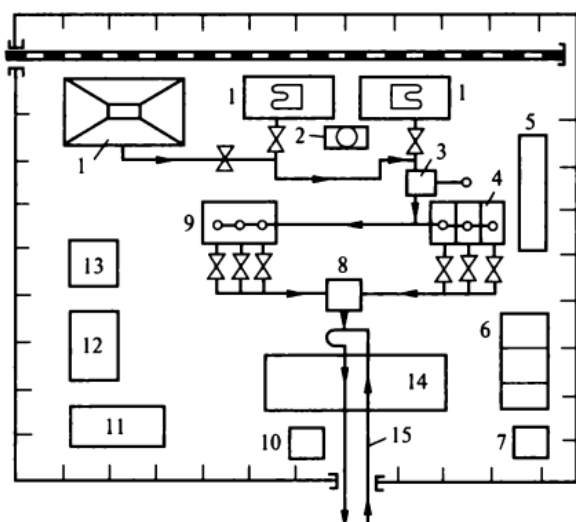


Рис.6.6. План прирельсовой битумной базы:
 1 – битумохранилище крытого типа с нагревательно-перекачивающими агрегатами;
 2 – преобразователь; 3, 8 – насосы; 4 – обезвоживающие установки для нагрева битума до рабочей температуры; 5 – пожарный сарай; 6 – парокотельная, душ, гардероб; 7 – туалет; 9 – цистерны с обогревом для хранения битума; 10 – охрана; 11 – контора; 12 – ремонтные мастерские; 13 – лаборатория; 14 – площадка для транспорта потребителей битума; 15 – маршрут заездов битумовозов.

Лекция №7

Предприятия по подготовке органических вяжущих (часть 2)

1. Производство гранулированного асфальтовяжущего вещества.

2. Охрана труда на битумных базах.

3. Назначение и классификация дорожных эмульсий.

4. Приготовление битумных эмульсий и паст.

5. Охрана труда на эмульсионных базах.

1. Производство гранулированного асфальтовяжущего вещества

Снижение стоимости продукции с соблюдением ее качества – основная задача эффективной работы любого производственного предприятия.

Значительные энергетические затраты при получении асфальтобетонных смесей на асфальтобетонных заводах связаны с необходимостью иметь на них:

– сложное энергоемкое битумное хозяйство (прием битума, его хранение и температурная подготовка);

– специальные устройства для приема, хранения и подачи минерального порошка к смесителю (компрессоры, дозаторы, силосные емкости и др.).

Идея резкого сокращения затрат энергии на АБЗ заключается в том, чтобы на централизованных (прирельсовых) битумных базах производить (кроме обычной подготовки битумов) готовое комплексное асфальтовяжущее вещество (КАВ) в гранулированном виде и доставлять его на АБЗ любой мощности, включая притрассовые. Производство КАВ можно осуществлять круглогодично.

При такой организации выпуска КАВ на централизованных битумных базах открываются значительные возможности для производства модифицированных битумов: в них можно включать полимерные добавки и ПАВ с точным дозированием и тщательной гомогенизацией (химическим средством) или использованием различных физических эффектов (ультразвук, электрогидравлический эффект, эффект вихревого слоя и др.).

2. Охрана труда на битумных базах

К работе на битумных базах допускают рабочих, знающих технологический процесс, правила производства работ и прошедших инструктаж по охране труда и противопожарным мероприятиям.

Во избежание самовозгорания битума нельзя превышать допустимую температуру нагрева битума. Хранилища, котлы, установки для обезвоживания и нагрева битума разрешается ремонтировать после их остывания. Против вспенивания битума применяют специальные добавки.

При выгрузке битума из железнодорожных вагонов под колеса подкладывают башмаки, препятствующие самопроизвольному перемещению вагонов. Для подачи пара к патрубкам цистерны или

бункера шланги присоединяются при закрытом венти́ле на паропроводе. Бункер освобождают от держателей и опрокидывают только по сигналу лица, ответственного за разгрузку; лебедку устанавливают со стороны, противоположной выгрузке, надежно расчаливают. К бункеру подходят только со стороны, противоположной разгрузке.

Площадки и лестницы у битумохранилища и обезвоживающих установок ограждают перилами высотой не менее 1 м с бортовой доской высотой не менее 18 см. Площадки и лестницы, загрязненные битумом, нужно регулярно очищать.

Рабочих обеспечивают брезентовыми костюмами, рукавицами, предохранительными очками и, если нужно, респираторами или противогазами.

Рабочие битумной базы (цеха) обязаны уметь оказать пострадавшему первую помощь. На больших базах создают медицинский пост, в обязанность которого входит контроль за соблюдением правил охраны труда, профессиональной гигиены, наблюдение за использованием средств индивидуальной защиты и правил их эксплуатации, оказание первой доврачебной помощи на месте, решение вопроса о необходимости эвакуации больного и др.

Поражение электрическим током обычно происходит при соприкосновении человека с токоведущими частями проводки, а также вследствие соприкосновения с металлическими частями машин и устройств, которые могут оказаться под напряжением из-за повреждения изоляции. Опасность поражения электрическим током определяется его величиной, продолжительностью нахождения человека под действием тока. Наиболее опасен для жизни ток промышленной частоты 50 гц.

Для защиты устройств от опасного перехода напряжения на металлические части машин, трубопроводов следует устраивать защитные заземления или защитное отключение электрооборудования. Персонал, связанный с обслуживанием электрооборудования базы, должен быть знаком со средствами и мерами защиты от поражения электрическим током, хорошо знать требования безопасности при ремонте электроустановок.

Для тушения пожара предусматриваются: водоем из расчета потребности 10 л/сек, ручной насос, противопожарный инвентарь, химические огнетушители, ящики с сухим песком и лопаты.

3. Назначение и классификация дорожных эмульсий

Битумная эмульсия – грубодисперсная неоднородная система, состоящая из двух взаимно нерастворимых жидкостей, одна из которых – битум (до 60 %) в виде мелких частиц (около 1 мкм) - диспергирована в другой – воде.

Дорожные эмульсии, как органические вяжущие материалы, широко используются при строительстве, ремонте и содержании дорожных одежд, для укрепления грунтов, для ухода за свежеложенной

цементобетонной смесью.

Применение эмульсий имеет ряд преимуществ:

– обеспечивается экономия битумов;
– можно вести работы при пониженных температурах воздуха (до -5°C);

– обрабатывать холодные влажные каменные материалы;

– можно применять эмульсии без их подогрева.

Битумные эмульсии классифицируются по ряду характерных признаков: по их типу и виду, скорости распада, количеству вяжущего и др.

По скорости распада прямые эмульсии разделяются на:

– быстрораспадающиеся (коэффициент распада 80-200);

– среднераспадающиеся (коэффициент распада 220-260);

– медленнораспадающиеся (коэффициент распада более 260).

Быстрораспадающиеся эмульсии распадаются в течение 10-30 минут, среднераспадающиеся – за 30-60 минут, медленнораспадающиеся – за 4-24 часа.

Быстрораспадающиеся эмульсии пригодны для различных дорожных ремонтных мероприятий - подгрунтовки, устройства поверхностных обработок и др.

Среднераспадающиеся эмульсии используют для пропитки, при приготовлении черных материалов из щебня основных пород смешением в установке и для различных дорожно-ремонтных работ.

Медленнораспадающиеся эмульсии идут для приготовления черных материалов любого фракционированного состава смешением в установке и на дороге, а также для дорожно-ремонтных работ.

Распад эмульсии – состояние, при котором эмульсия разделяется на составные части. Происходит при длительном хранении и зависит от ее состава.

По количеству вяжущего прямые эмульсии делят на концентрированные и высококонцентрированные.

Концентрированные эмульсии содержат до 74 % эмульгированного вяжущего материала, **высококонцентрированные** — от 74 до 95 %.

Высококонцентрированные эмульсии непосредственно не применяются; их предварительно превращают в концентрированные, разбавляя водой.

Если при приготовлении концентрированных эмульсий используют твердые эмульгаторы, например, глинистые, кремнеземистые, известковые, то получают пасты.

4. Приготовление битумных эмульсий и паст

4.1. Приготовление битумных эмульсий

Для приготовления дорожных эмульсий организуют специальные базы или цеха при битумных базах, или АБЗ. Базы могут быть постоянного (стационарные) и временного типов.

Заводы постоянного действия (стационарные) имеют большую производительность и обеспечивают потребность многих потребителей независимо от дальности их расположения от эмульсионной базы. Для доставки эмульсии используют железнодорожный транспорт, автобитумовозы, автогудронаторы.

Технология приготовления битумных эмульсий состоит из трех основных операций:

- 1) подготовки битумов;
- 2) приготовления водного раствора эмульгатора;
- 3) перемешивания этих компонентов.

Подготовка битумов

При приготовлении концентрированных эмульсий битумы обезвоживают в котлах и нагревают до следующих температур (°С):

- БНД 200/300 - 80-100;
- БНД 130/200- 100-110;
- БНД 90/130 - 110-120.

Исследования, проведенные в СоюздорНИИ, показали, что битум можно подогреть до температуры не более 100 °С.

Подготовленный битум перекачивают в рабочий котел.

Подготовка водных растворов эмульгаторов

Эмульгаторы, как и битум, требуют предварительной подготовки. Некоторые эмульгаторы легко растворяются в воде и не требуют специальной обработки. Из этих эмульгаторов смешиванием с водой получают раствор, который перед применением нагревают до рабочей температуры 70-80 °С.

Некоторые эмульгаторы, чтобы растворить их в воде, необходимо предварительно омылить водным раствором щелочей (КОН или NaOH). Омыление (варку) осуществляют в специальном котле в течение 3-4 ч. Приготовленное мыло разбавляют водой в пропорции 1:9 и полученный раствор перед применением также нагревают до 70-80 °С, дозируют и направляют в смеситель.

Перемешивание компонентов

При приготовлении щелочных концентрированных эмульсий в зависимости от скорости распада и вида эмульгатора принимают следующее содержание компонентов по массе:

- битум – 50-60 %;
- эмульгатор – 1-2,5 %;
- едкий натр (NaOH) – 0,1-0,4 %;
- вода – 38-48 %.

Для кислых концентрированных эмульсий:

- битум – 50-60 %;
- эмульгатор – 0,75-1 %;
- вода – 39-49 %.

Установлено, что на дисперсность эмульсии особое влияние

оказывает вязкость битума, поэтому в его состав вводятся разжижители. В качестве разжижителей используются: керосин, дизельное топливо, индустриальное масло и др.

При применении катионактивных эмульгаторов для лучшего их растворения в воде их подкисляют соляной кислотой.

Оборудование для приготовления эмульсии

Промышленное производство эмульсий невозможно без применения специально приспособленного для этого оборудования, осуществляющего интенсивное перемешивание с целью получить эмульсию с высокой тонкостью частиц битума и обеспечить ее стабильность.

Производство эмульсий обычно осуществляется с помощью аппаратов, называемых диспергаторами. К ним относят: коллоидные мельницы и роторные диспергаторы.

Коллоидные мельницы бывают разных моделей. Их основными характеристиками являются:

- наличие воздушного зазора, регулируемого или постоянного, находящегося между статором и ротором;
- промежуток этого зазора имеет непосредственное влияние на тонкость эмульсий.

Скорость вращения, которая имеет значение для гранулометрической формы битумных частиц. При некоторых критических скоростях наблюдается явление расслоения, что ведет к низкому качеству эмульсии.

К машинам непрерывного действия относят роторные диспергаторы. В этих машинах требуемого диспергирования достигают за время прохождения исходных материалов через рабочий зазор между ротором и статором (корпусом).

Заводская лаборатория.

Контроль качества. Во время приготовления эмульсии контролируют качество материала, поступающего в мешалку или диспергатор, необходимую температуру. Эмульсия должна иметь цвет от светло – до темнокоричневого. По внешнему виду эмульсия должна быть однородной. Контроль качества прямой эмульсии включает контроль за составными частями, чтобы они соответствовали по количеству и качеству заданному лабораторному составу. На поверхности стеклянной палочки, погруженной на мгновение в разбавленную эмульсию, не должно быть крупных частиц неэмульгированного битума. Высококонцентрированные эмульсии испытывают в процессе приготовления, по окончании приготовления их, после разбавления и перекачивания в цистерны или бочки, после охлаждения до температуры воздуха и, наконец, после разбавления до рабочей концентрации. Испытание проводят в соответствии с указанием нормативных документов.

Хранение эмульсии. Хранить эмульсию необходимо при температуре воздуха не ниже 0 °С. Цистерны для хранения должны быть чистыми, без остатков дегтя, битума, любых материалов кислого и щелочного характера. С

целью предохранения от загрязнения эмульсии и испарения из нее воды цистерны оснащают лопастной пропеллерной мешалкой или используют перемешивание по принципу цистерна – насос – цистерна (метод циркуляции). Перед загрузкой автогудронаторов, автобитумовозов эмульсию пропускают через сетчатый фильтр с отверстиями размером 3 мм.

Гарантийный срок действия эмульсий разных классов от 1 до 2 месяцев со дня приготовления эмульсии.

4.2. Приготовление битумных паст

При большой потребности в пастах их готовят на АБЗ. Для использования оборудования организуют работу в третью смену.

При относительно небольшой потребности в пастах организуют базу с менее сложными машинами и оборудованием малой производительности. Приготовление паст организуют также на заводах и базах по приготовлению дорожных эмульсий.

В качестве органического вяжущего используют дорожные битумы или дегти, а твердого эмульгатора – тонкодисперсные природные или искусственные материалы (более 60 % частиц размером менее 0,71 мм). В пасте содержится примерно 30-64 % битума, 8-35 % эмульгатора и 25-35 % воды.

Технологический процесс приготовления битумных паст включает операции:

- подачу в смеситель принудительного смешивания порошкового эмульгатора;
- подачу в смеситель воды из расчета 30-50 % требуемого количества;
- смешивание порошкообразного эмульгатора с водой до получения равномерной тестообразной массы;
- подачу в смеситель подготовленного битума;
- смешивание тестообразной массы с битумом, в процессе которого добавляют оставшуюся воду;
- выгрузку готовой смеси.

Подготовка составных частей пасты состоит в нагреве до нужной температуры дорожных вязких битумов (120-180 °С); воду подогревают до 60-80 °С при наружной температуре воздуха ниже 10 °С. В остальных случаях воду не подогревают. Порошкообразный эмульгатор доставляют к месту приготовления пасты. Для приготовления паст используют асфальтосмесительные установки производительностью 15-25 т/ч, растворо- и бетоносмесители. Время смешивания в растворо- и бетоносмесителях примерно 5-10 минут, в асфальтосмесительных установках с лопастным смесителем принудительного действия 1-2 минуты.

Приготовленную битумную пасту выгружают в автомобили-самосвалы. Пасту можно до отправки на место работ хранить в запасных котлах. При использовании асфальтосмесительных установок их необходимо дооборудовать, установив дозировочный бачок для воды и распределительное

устройство. В качестве эмульгаторов для паст применяют известь-пушонку или кипелку молотую с массовой долей не менее 60 % оксида кальция (CaO) и магнезия, фильтр-прессную грязь — дефекат — отходы сахарного производства, хранившиеся в отвалах не менее 1 года и содержащие не менее 50 % частиц мельче 0,071 мм.

5. Охрана труда на эмульсионных базах

Применяемые для приготовления эмульсий нефтяные битумы, (каменноугольная смола, пески и антраценовое масло в настоящее время практически не применяются) вызывают раздражение и заболевание кожи.

Работать на эмульсионных установках имеют право только те рабочие, у которых есть удостоверение на право управления машинами и которые абсолютно здоровы.

На работе должна быть аптечка с набором медикаментов и нейтрализующих веществ: питьевая сода, борная кислота, слабая уксусная кислота, спирт, лейкопластырь, вата, бинты и др.

Обязательно должно быть выделено помещение для хранения личной одежды и отдельно спецодежды, помещение и оборудование для обеззараживания, стирки и сушки.

Если эмульсию приготавливают в закрытом помещении, обеспечивают его приточно-вытяжной вентиляцией (с кратностью обмена воздуха 15-20 раз). Эмульгаторы, едкий натр и его растворы следует хранить в металлических баках, цистернах с плотно закрывающимися крышками.

Соляную кислоту хранят в стеклянных бутылках только со стеклянными притертыми пробками.

Рабочие должны иметь спецодежду: хлопчатобумажные костюмы с кислотоупорной пропиткой, резиновые перчатки, защитные очки и резиновые сапоги.

Перед воронкой диспергатора устанавливают защитное стекло, предотвращающее попадание брызг горячего битума и раствора эмульгатора на оператора. Спецодежда рабочих - комбинезоны, фартуки, рукавицы, кожаная обувь, очки. На базах или заводах должен быть душ с теплой водой.

Готовые дорожные эмульсии не являются вредными веществами: при обращении с ними несчастных случаев не происходит. При попадании эмульсии на одежду, лицо, руки следует их обмыть холодной водой; эмульсия легко разбавляется водой и смывается. Обратные эмульсии смывают бензином, керосином.

Лекция №8

Заводы по приготовлению асфальтобетонных смесей (часть 1)

1. Назначение и классификация асфальтобетонных заводов.

2. Выбор расположения АБЗ.

3. Разработка генерального плана АБЗ.

4. Склады исходных материалов для приготовления асфальтобетонных смесей и механизация погрузочно-разгрузочных работ.

1. Назначение и классификация асфальтобетонных заводов

Асфальтобетонные заводы (АБЗ) – специализированные производственные предприятия для приготовления асфальтобетонных смесей (горячих, теплых, холодных, литых).

Кроме того, на асфальтобетонных заводах организуют выпуск обработанного битумом щебня (черный щебень), переработку старого асфальтобетона, изготовление штучных изделий в виде плит для дорожного строительства, обработку грунтов органическими вяжущими.

Асфальтобетонные заводы классифицируются по ряду признаков:

- месту расположения;
- принципу работы технологического оборудования;
- мощности асфальтосмесительных установок;
- компоновке технологического оборудования относительно рельефа местности (вертикальной плоскости);
- степени инвентарности (монтажа оборудования).

1.1 По месту расположения различают два типа АБЗ:

- 1) прирельсовые;
- 2) притрассовые.

Прирельсовые АБЗ устраивают в случаях постоянного потребления асфальтобетонных смесей (кроме строительства новых дорог) для ремонта и содержания асфальтобетонных покрытий на сети загородных и городских дорог.

Ввод на территорию АБЗ железнодорожных путей оправдан в случае поставок значительных объемов крупных заполнителей (щебень), минерального порошка и битума.

Прирельсовые АБЗ включают в себя складское хозяйство и оборудование основного и вспомогательного назначения.

К складскому хозяйству относят: склады каменных материалов, минерального порошка и битума.

Основное оборудование АБЗ включает асфальтосмесительные установки, агрегаты сушки и нагрева минеральных материалов и битума.

К вспомогательным отделениям АБЗ относят: электростанции или трансформаторные подстанции, парокотельные и компрессорные устройства, оборудование водоснабжения и канализации, служебные и жилые помещения.

Притрассовые АБЗ организуют вблизи мест укладки асфальтобетонных смесей. Они предназначены для кратковременного использования (1-2 года)

на одном месте. **Притрассовые АБЗ включают:**

- асфальтосмесительные установки;
- расходные склады каменных материалов, минерального порошка и емкости для битума (с запасом материалов на 1-5 смен работы АБЗ),
- передвижные компрессорные установки;
- электростанцию (или трансформаторную подстанцию).

Для притрассовых АБЗ характерна доставка крупных заполнителей (щебня, гравия) с прирельсовых баз автомобилями-самосвалами, а минерального порошка и битума – автоцементовозами и битумовозами.

1.2. По принципу работы технологического оборудования АБЗ и установки подразделяются на два вида: циклического и непрерывного действия.

При циклическом производстве смесей используются установки периодического действия, предусматривающие порционное дозирование компонентов смеси и их перемешивание.

При непрерывном процессе выпуска смесей операции дозирования, перемешивания и выдачи готовой смеси совмещены во времени в едином цикле.

1.3. По мощности асфальтосмесительных установок АБЗ подразделяются на следующие типы:

- малой производительности (до 25 т/ч);
- средней производительности (25-50 т/ч);
- большой производительности (50-100 т/ч);
- сверхмощные (200-400 т/ч).

1.4. По компоновке технологического оборудования в вертикальной плоскости АБЗ и установки делятся на башенные и партерные (ступенчатые).

Наибольшее распространение получили установки с башенным расположением агрегатов.

1.5. По степени инвентарности установок АБЗ подразделяются на типы: стационарные, сборно-разборные и мобильные (передвижные). АБЗ малой мощности также называют мобильными.

2. Выбор расположения АБЗ

Важной задачей является выбор местоположения АБЗ при строительстве новых дорог и ремонтного обслуживания существующих дорожных асфальтобетонных покрытий. От правильного решения этой задачи зависит не только стоимость смеси, но и эффективность работы АБЗ (полноценность использования оборудования), сроки строительства дорожных асфальтобетонных покрытий, своевременность выполнения ямочных ремонтов и др.

При выборе расположения АБЗ учитывают следующие факторы:

- объем потребных смесей (зависит от сроков строительства дорог);
- расположение баз и источников снабжения материалами для

приготовления смеси;

- близость железнодорожных станций;
- наличие подъездных путей к заводу;
- возможность получения воды, электроэнергии, газа (мазута);
- вид смесей (горячие, холодные, теплые, литые).

Для правильного решения задачи на план наносят варианты размещения АБЗ и места потребления их продукции.

Оптимальный вариант размещения АБЗ можно определить по вариантной минимальной величине транспортной работы, по доставке исходных материалов на АБЗ и вывозу готовой продукции к месту укладки.

3. Разработка генерального плана АБЗ

3.1. Основные принципы разработки генплана АБЗ

Основная задача составления генплана АБЗ – расположить на отведенном участке все сооружения, оборудование и транспортные пути таким образом, чтобы обеспечить наиболее экономичный и целесообразный производственный процесс завода с учетом применения совершенной технологии, минимальными энергозатратами и максимальной защитой окружающей среды.

До составления генплана АБЗ определяют размеры всех зданий и сооружений. На стационарных заводах строят здания капитального типа, на временных – монтируют сборно-разборные здания и устанавливают передвижные вагончики.

На генплане АБЗ указывается размещение смесительного отделения, складов минеральных материалов, склада минерального порошка, битумохранилища (с плавильной установкой и рабочими котлами), емкости и устройства для подачи ПАВ, котельная, трансформаторная, инженерные коммуникации, лаборатории, контора, транспортные пути.

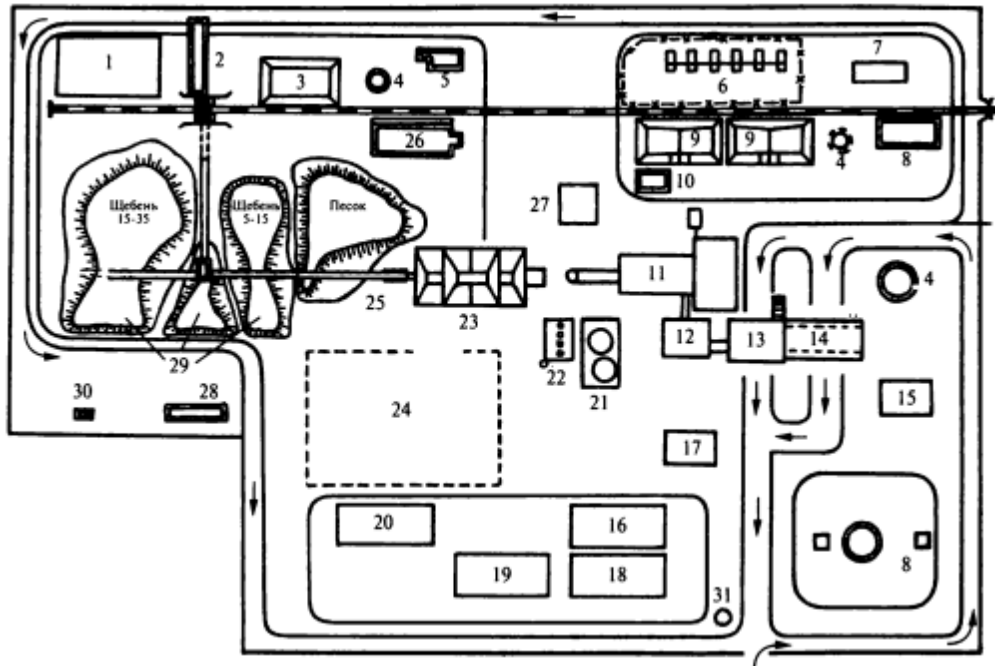


Рис. 8.1 – Генеральный план асфальтобетонного завода:

1 – склад топлива и масел; 2 – разгрузочная площадка; 3 – склад твердого топлива; 4 – пожарный резервуар; 5 – парокотельная и душ; 7 – песок; 8 – пожарный сарай; 6, 9 – битумохранилище; 10 – установка для обезвоживания и нагрева битума; 11 – сушильный барабан; 12 – дозирочно-сортировочные агрегаты; 13 – смесительный агрегат; 14 – накопительный бункер; 15 – площадка для машин потребителей смеси; 16 – место для курения и отдыха; 17 – лаборатория; 18 – гардероб; 19 – ремонтная мастерская; 20 – склады материальных и запасных частей; 21 – расходные силосы минерального порошка; 22 – агрегат обеспыливания и удаления газов и дыма; 23 – агрегат грубого дозирования (агрегат питания); 24 – резервная площадка для минеральных материалов; 25 – ленточный транспортер; 26 – цех приготовления минерального порошка; 27 – пульт управления АБЗ; 28 – умывальник и гардероб; 29 – склад минеральных материалов; 30 – туалет; 31 – охрана.

При разработке генеральных планов АБЗ необходимо учитывать ряд рекомендаций.

Площадь АБЗ должна быть минимальной, но дающей возможность компактного расположения всего необходимого оборудования. Она также должна предусматривать перспективу развития завода.

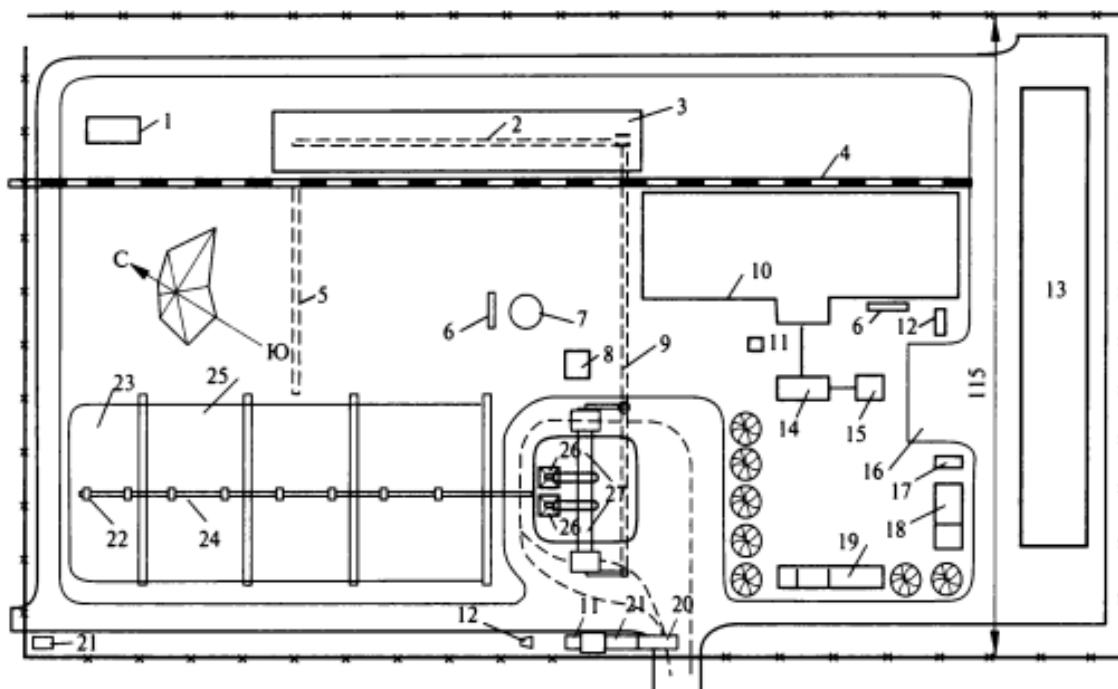


Рис. 8.2 – Генеральный план асфальтобетонного завода с двумя смесителями: 1 – склад топлива и смазочных материалов; 2 – шнек для выдачи минерального порошка; 3 – склад минерального порошка; 4 – железнодорожный тупик; 5 – разгрузчик; 6 – пожарные щиты; 7 – склад мазута; 8 – пульт автоматизированного управления АБЗ; 9 – шнек для подачи минерального порошка к смесителю; 10 – битумохранилище; 11 – трансформаторные подстанции; 12 – туалет; 13 – склад для хранения холодной асфальтобетонной смеси; 14 – битумоплавильная установка; 15 – установка для приготовления поверхностно-активных веществ; 16 – площадка для стоянки машин; 17 – душевая; 18 – механическая мастерская и склад; 19 – контора, лаборатория; 20 – весовая; 21 – проходная; 22 – вибропитатель; 23 – склад песка; 24 – транспортер; 25 – склад щебня; 26 – бункер с питателями; 27 – смесители

Основным принципом разработки генплана является рациональное расположение оборудования, при котором соблюдается принятая технологическая схема с минимальными затратами на переработку сырья и транспортировку материалов. Поэтому движение материала от одного агрегата к другому должно быть прямоточным по кратчайшему пути, без дополнительных перегрузок. При этом встречные маршруты должны быть исключены.

Склады щебня, песка, минерального порошка, битума необходимо располагать по возможности ближе к смесительному цеху. Это сокращает стоимость транспортных галерей и перемещения материалов другими средствами.

При доставке каменных материалов по железной дороге целесообразно, чтобы разгрузочные площадки находились непосредственно у путей и по возможности вблизи приемных точек бункерных галерей.

Для производства асфальтобетонных смесей потребность в щебне (по массе) примерно в 1,5-1,7 раза больше, чем в песке. Поэтому ближе к смесителям располагают штабели щебня, а дальше – штабели песка.

Большое значение приобретает использование длины железнодорожных путей (их лучше иметь два: на одном разгрузка минеральных материалов, на другом - битума и минерального порошка).

Чтобы упростить процесс выгрузки вяжущего, битумохранилище располагают вблизи железнодорожного пути, плавильни и смесителей. Битумоплавильню размещают непосредственно у смесителей. Это необходимо, прежде всего, для уменьшения затрат тепла и энергии на перекачку битума.

Большое значение имеет проектирование транспортных путей и площадок.

Чтобы устранить встречное движение автотранспорта, необходимо проектировать кольцевое или сквозное движение автомобилей.

Ширина проездов должна быть не менее 5,5 м при двухстороннем и 3,5 м – при одностороннем движении. Радиусы поворотов автомобилей должны быть не менее 15-20 м. Желательно, чтобы АБЗ имел два въезда (выезда) и один из них был бы оборудован весами.

Особое внимание надо уделять удобству движения автомобилей у смесителя. Перед смесителем устраивают площадку размером не менее 500-600 м² для погрузки, маневрирования и кратковременной стоянки автомобилей (во время задержек при погрузке). Радиусы поворотов – не менее 15 м.

Под транспортные пути и площадки устраивают твердое покрытие.

Принципиальное решение всего генплана АБЗ существенно зависит от размещения (компоновки) смесителей (особенно, если их по расчету несколько).

Раздельная и кольцевая схемы расположения смесителей требуют большой территории и усложняют транспортирование компонентов смеси к смесителю. Однако при этих схемах компоновки упрощается вывозка готовой смеси.

Прямолинейная схема более рациональна при наличии двух смесителей (она более компактная). Еще более компактна параллельная схема. Однако при такой компоновке ухудшаются условия работы автомобилей.

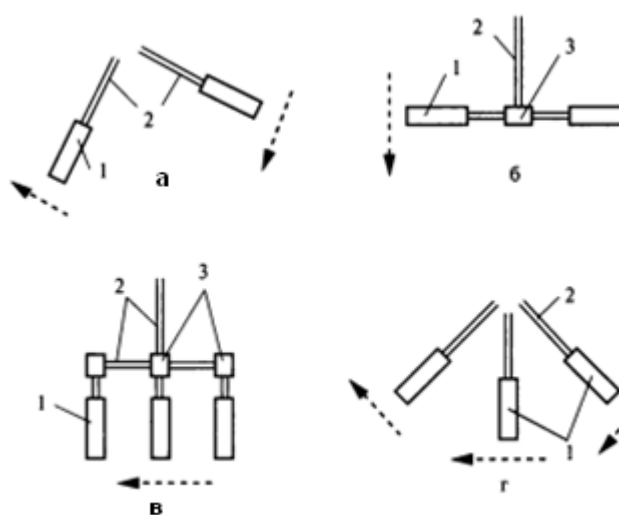


Рис. 8.3. Схемы размещения смесительных установок:

а – раздельная; б – прямолинейная;
в – параллельная; г – кольцевая;
1 – смеситель; 2 – транспортер;
3 – накопительный бункер (стрелками
указано направление движения
автомобилей самосвалов).

Административный блок (контору, лабораторию, буфет) и санитарно-бытовой (душевые, умывальные, медпункт, туалет) целесообразнее отделять от промышленного блока (смесителей, складов, плавильни, мастерских), чтобы пыль и газовые выбросы не достигали этих объектов.

Особое внимание при проектировании генпланов уделяют вопросам промсанитарии и пожарной профилактики.

Всю территорию АБЗ ограждают. На территории завода должны быть зеленые насаждения, цветники. Правильное расположение всех служб с учетом санитарно-гигиенических и эстетических требований способствует лучшей организации труда.

На генеральном плане АБЗ должны быть нанесены схемы водопровода, электросети, битумопровода, паропровода, газопровода, теплофикации и др.

При проектировании генплана АБЗ разрабатывают несколько вариантов и оптимальный выбирают на основе технико-экономического сравнения по ряду показателей.

Принятый вариант генплана вычерчивают в масштабе 1:500.

На генплан наносят:

- все сооружения с указанием их размеров в плане;
- розу ветров;
- привязку завода к местности;
- схему поверхностного водоотвода с территории завода;
- транспортные пути и площадки;
- конструкции покрытий;
- спецификацию оборудования и его основные характеристики (марку, количество, мощность);
- инженерные коммуникации с указанием их параметров (диаметр труб, тип кабеля и т.п.);
- здания (их название и площадь).

4. Склады исходных материалов для приготовления асфальтобетонных смесей и механизация погрузочно-разгрузочных работ

Для работы АБЗ необходимо иметь ряд расходных складов:

- для каменных материалов (щебень, гравий, песок);
- минерального порошка;
- битума, добавок, топлива (мазут), масел;
- запасных частей и др.

Склад определенного расходного материала должен обеспечивать его хранение с минимальными потерями, не допускать увлажнения и засорения. При этом емкость складов не должна превышать оптимального запаса даже на случай временного прекращения поступления материала.

Склады можно классифицировать по следующим основным признакам:

1) По виду продукции – склады щебня, песка, битума, минерального порошка, горюче-смазочных материалов (ГСМ) и др.

2) По способу хранения – открытые штабеля (щебень, гравий, песок), навесы - для лесных и стальных изделий, оборудования. Закрытые склады – для хранения минерального порошка (силосы), склады для хранения органических вяжущих – наземные и подземные битумохранилища.

4.1. Склады каменных материалов

Склады каменных материалов: щебня, гравия, песка, устраиваются различными по конструкции в зависимости от типа завода, его производительности, условий снабжения и способов хранения.

На временных АБЗ обычно устраивают склады открытого типа, имеющие различные очертания в плане: круглое, прямоугольное, веерообразное и др. (рис. 8.4). Такие склады строят на открытых спланированных площадках с уклоном 0,5-1,5 % для обеспечения стока атмосферных осадков.

Желательно, чтобы площадки, отводимые под склады, имели асфальтобетонное или цементобетонное покрытие.

Форма склада в плане зависит от вида хранимого материала, объемов хранения, высоты штабеля, способов погрузочно-разгрузочных работ. Высота штабелей изменяется от 3-5 до 10-15 м, угол естественного откоса α штабелей составляет для сухого песка 32-35°, для влажного – 35-40°, гравия – 38-40°, щебня – 40-45°.

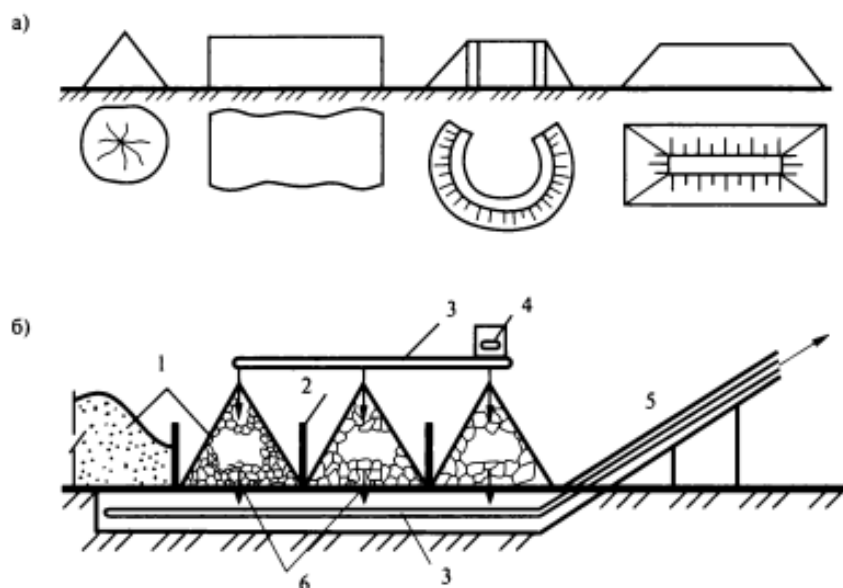


Рис. 8.4. Склады каменных материалов:

а) – открытого типа с указанием форм штабеля в разрезе и плане; б) – эстакадно-траншевого типа; 1 – штабеля песка и щебня (щебень 5–10, 10–20, 20–40 мм); 2 – разделительные перегородки; 3 – транспортер; 4 – загрузочное устройство для подачи материалов; 5 – наклонная транспортная галерея; 6 – разгрузочные точки.

Целесообразно для уменьшения энергозатрат устраивать склады каменных материалов под навесами или делать закрытыми. Эффективность такого решения обосновывается следующим: для снижения 1 % влажности каменного материала необходимо затратить 20 ккал тепла на 1 м³.

Транспортирование щебня, гравия и песка на АБЗ производится бульдозерами, транспортерами, ковшовыми элеваторами, передвижными кранами, штабелеукладчиками.

Щебень и песок от мест разгрузки к приемным точкам подземных транспортных галерей на расстояние до 70–80 м подают бульдозерами.

Широко применяют на АБЗ ленточные транспортеры для перемещения щебня, гравия и песка. Используют также передвижные транспортеры длиной 5, 10, 15 м, шириной ленты 500 и 800 мм, с высотой подъема до 6 м и углом подъема материалов до 30°. При транспортировке на большие расстояния применяют звеньевые транспортеры со звеньями 80, 100 и 240 м, шириной ленты до 800 мм.

Производительность передвижных транспортеров изменяется в пределах от 50 до 100, звеньевых – от 50 до 250 т/ч.

Использование транспортеров позволяет отсыпать штабель разнообразной формы. Так, при использовании одного передвижного транспортера-штабелеукладчика, материал отсыпают в конус, в других случаях при использовании специальных машин материал можно формировать в виде кольцевого склада заполнителей (рис. 8.5).

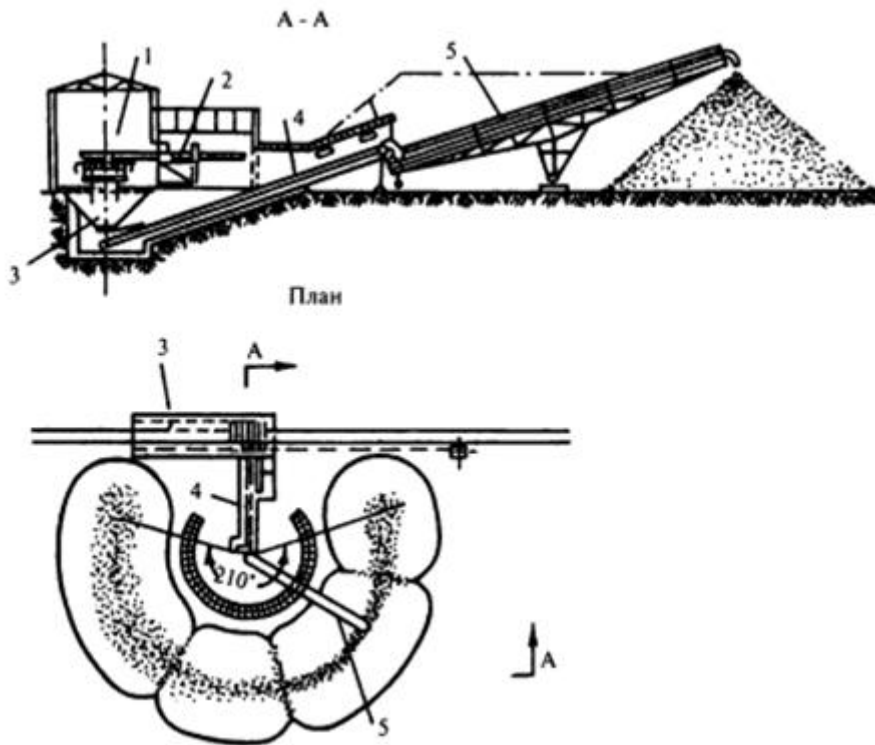


Рис. 8.5. Схема разгрузки материалов типа Т-182А в штабельный кольцевой склад заполнителей:

- 1 – разгружаемая платформа; 2 – разгрузочная машина; 3 – приемный бункер;
4 – стационарный выносной транспортер; 5 – передвижной транспортер (верный конвейер).

В некоторых случаях щебень и песок от мест выгрузки подают к складам с помощью различных автопогрузчиков.

Для вертикального транспортирования щебня, песка под углом к горизонту более 30° применяют ленточные и цепные ковшовые элеваторы. Ленточные ковшовые элеваторы используют при высоте подъема до 20-35 м, цепные ковшовые элеваторы – до 20 м.

Ковшовые элеваторы обычно помещают в кожухи из листовой стали, что предохраняет материал от раздувания ветром и увлажнения дождем.

Производительность ковшовых элеваторов, применяемых на АБЗ, составляет 10-50 т/ч.

4.2. Склады минерального порошка

Поскольку минеральный порошок легко раздувается ветром и его свойства снижаются при увлажнении, его хранят в закрытых помещениях.

На временных заводах наиболее эффективно устраивать склады передвижного типа различной емкости (25-200 т). Склады представляют собой металлические резервуары, оборудованные системой погрузки и разгрузки.

На временных АБЗ часто строят амбарные или бункерные склады (рис. 8.6).

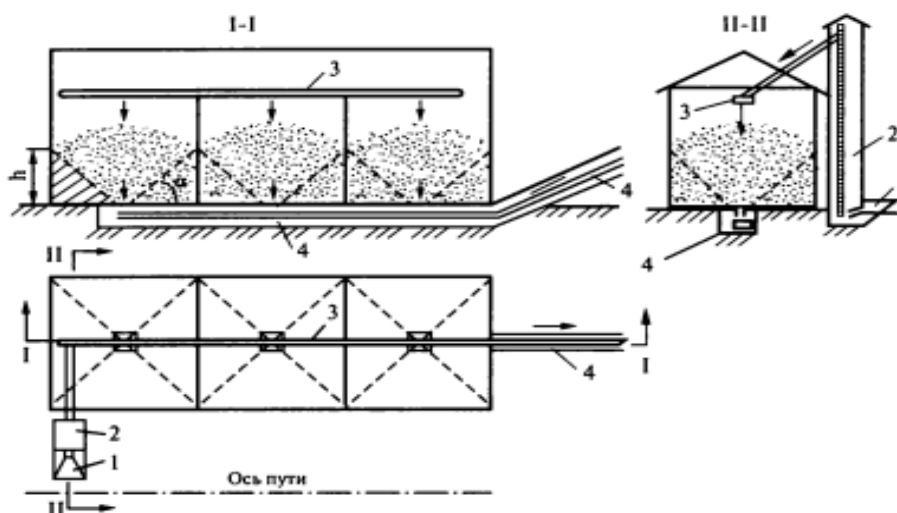


Рис. 8.6 Схема амбарного и бункерного (пунктирные линии) складов:
 1 – приемный бункер; 2 – вертикальный ковшовый подъемник; 3 – ленточный конвейер для загрузки отсеков склада; 4 – ленточный транспортер или шнек для подачи материалов в смесительный цех.

Минеральный порошок из железнодорожных вагонов или автомобилей-силосов (цементовозов) загружается в приемный бункер. Ковшовым подъемником порошок подается на ленточный горизонтальный конвейер, с помощью которого загружают склад. Для хранения порошка с различными физико-механическими свойствами склад разделяют на несколько емкостей (секций). Через течки порошок из любой секции поступает на ленточный горизонтальный транспортер или шнек, смонтированный в подземной галерее, которым подается в смесительный цех.

В амбарных складах при уменьшении запасов хранения ниже некоторой высоты 1γ (см. рис. 8.6) возникают зоны, из которых порошок приходится подавать к течкам вручную, что снижает уровень механизации работ. Этому недостатка лишены бункерные склады, у которых днище устраивают под некоторым углом α , обеспечивающим самотечное движение материала к течкам. Бункерные склады позволяют полностью механизировать подачу порошкообразного материала к смесителям.

Для того чтобы влага не проникала в помещения склада, внутреннюю поверхность ограждений обивают пароизоляционными материалами: рубероидом, пергамином, полиэтиленовой пленкой и др. Емкость амбарных складов в среднем 200-500 т, емкость секций 100-200 т; емкость бункерных складов 500-1000 т, емкость секций около 200 т.

На постоянных АБЗ устраивают бункерные или силосные склады (типовые, как для хранения цемента на ЦБЗ).

Вследствие легкой распыляемости ветром при открытой разгрузке и погрузке бывают потери в размере около 3-5 % порошка. Поэтому необходимо применять такие средства механизации при погрузочно-разгрузочных работах, которые уменьшали бы распыляемость порошка. Эффективны для таких работ пневматические разгрузчики, эрлифты,

шнековые разгрузчики.

Вместимость и оборудование склада зависят от расхода и условий поставки минерального порошка (железнодорожным, водным, автомобильным транспортом). По железной дороге минеральный порошок доставляют в крытых вагонах (большие потери при погрузке, разгрузке). Лучшим транспортным средством являются вагоны-цементовозы с пневматической разгрузкой продукта, автоцементовозы.

Выгрузку из крытых вагонов производят механизированным способом с использованием пневморазгрузчиков всасывающего или всасывающе-нагнетательного действия.

Доставка в специализированных транспортных средствах – цистернах с пневматической разгрузкой имеет много преимуществ:

- низкие транспортные расходы;
- погрузка и разгрузка минерального порошка занимают меньше времени, чем разгрузка вагонов;
- потери материала сводятся к минимуму.

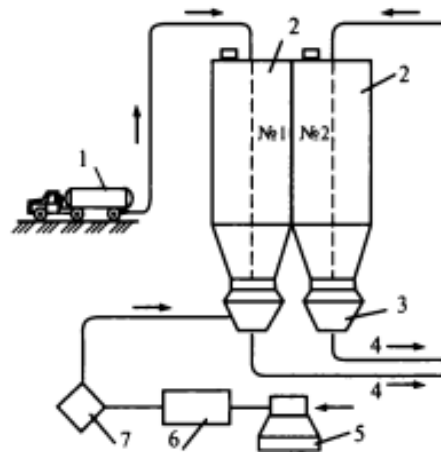
Принцип разгрузки вагона-цементовоза основан на свойствах аэрированного минерального порошка вытекать из цистерны подобно жидкости и в струе сжатого воздуха перемещаться по трубопроводу непосредственно на склад в силосы хранения.

В автоцементовозах большой вместимости минеральный порошок транспортируют на расстояние до 300 км. Разгрузка автоцементовоза основана на таком же принципе, что и железнодорожного цементовоза.

Хранят минеральный порошок в железобетонных и стальных силосах и бункерах. Промышленность выпускает инвентарные склады, очень удобные для применения (рис. 8.7).

Рис. 8.7 Схема загрузки силоса:

- 1 – автоцементовоз;
- 2 – силос;
- 3 – камерный насос;
- 4 – подача потребителю;
- 5 – компрессор;
- 6 – реверсор;
- 7 – регулятор.



Загрузку силосов производят из автоцементовоза с пневматической разгрузкой, подачей материала из цистерны непосредственно в силос.

Для внутривозовского транспортирования используют камерный насос, которым транспортируют минеральный порошок на расстояние 1 км при высоком рабочем давлении воздуха (до 0,7 МПа).

Значительное внимание уделяется автоматизации погрузочно-

разгрузочных операций на складах минерального порошка АБЗ. На рис. 8.8 показана примерная схема автоматизированного склада минерального порошка АБЗ.

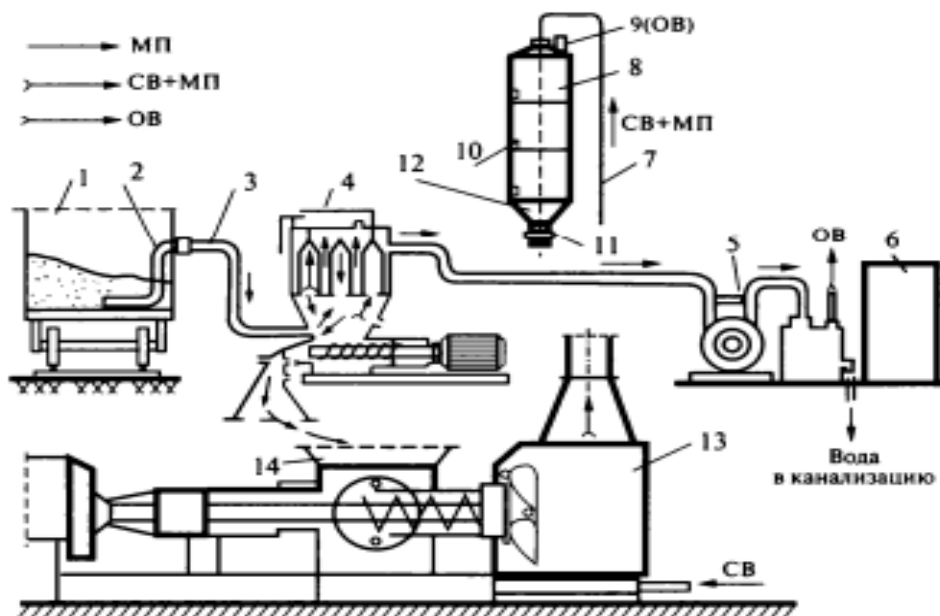


Рис. 8.8 Механизированный склад минерального порошка:

1 – железнодорожный вагон; 2 – заборное устройство; 3 – всасывающий шланг; 4 – осадительная камера; 5 – вакуум-насос; 6 – пульт управления; 7 – трубопровод; 8 – силосный склад минерального порошка; 9 – фильтр; 10 – указатель уровня; 11 – донный аэровыгрузатель; 12 – аэроднище силоса; 13 – смесительная камера; 14 – приемный бункер винтового насоса; МП – минеральный порошок; СВ+МП – сжатый воздух+минеральный порошок; ОВ – отработанный воздух.

Для транспортирования порошка на складе используют винтовые транспортеры (шнеки), ковшовые элеваторы и аэрожелоба. Возможны различные схемы подачи минерального порошка в силосы и расходные емкости:

- при подаче порошка пневматическим разгрузчиком порошок поступает через ковшовый элеватор в верхний аэрожелоб;
- аэрожелобом порошок подается в силос; порошок в загрузочный бункер ковшового элеватора подается шнеком;
- выдача из силосов в расходные емкости идет по следующей схеме: силос – нижний аэрожелоб – расходные бункера.

Лекция №9

Заводы по приготовлению асфальтобетонных смесей (часть 2)

1. Технология приготовления горячих асфальтобетонных смесей.

2. Активация компонентов асфальтобетонных смесей на АБЗ.

3. Автоматизация технологических процессов на АБЗ и контроль качества.

1. Технология приготовления горячих асфальтобетонных смесей

Важнейшим и завершающим процессом на АБЗ является приготовление смеси. Для эффективного осуществления этого процесса необходимо выполнять следующие технологические операции:

- предварительное дозирование минеральных заполнителей, их сушку и подогрев, сортировку по фракциям;
- обезвоживание и подогрев битума до расчетной температуры, его дозирование;
- дозирование минерального порошка;
- перемешивание всех компонентов и выдача потребителю.

Все эти операции выполняются в смесителях различного типа.

Производительность и эффективность работы завода, а также количество выпускаемых асфальтобетонных смесей обусловлены, главным образом, работой смесительного отделения АБЗ.

1.1 Технологическое оборудование смесительного отделения

По его производительности рассчитывают оборудование всех цехов. Технологическое оборудование цеха – асфальтосмесительную установку — поставляют заводы-изготовители комплектно производительностью 12, 25, 50, 100, 200 и 400 т/ч. Не всегда один вид оборудования может обеспечить приготовление разных марок смесей, литого асфальта, смесей с использованием битумосодержащих пород и т.д.

Асфальтосмесительное оборудование разделяют по назначению, производительности, принципу действия и уровню мобильности смесителя.

Асфальтосмесительное оборудование разделяют на три группы.

К первой относят установки для приготовления асфальтобетонных смесей марок I и II и литого асфальта,

Второй – установки, предназначенные в основном для получения смесей марок III и других видов горячих смесей,

Третьей – оборудование для приготовления смесей без нагрева составляющих.

Выбирая асфальтосмесительные установки, учитывают принцип их действия – периодического и непрерывного смешивания.

Установки периодического действия применяют в тех случаях, когда требуется частое изменение состава смесей. Для длительного выпуска смеси одного состава применяют установки непрерывного действия, для приготовления смесей марок I и II — установки как периодического, так и непрерывного смешивания, для приготовления смесей марок III и дорожных

смесей без нагрева щебня и песка используют в основном непрерывный способ смешивания.

Приготовление горячих смесей

Со склада щебня и песка материал подают одноковшовым погрузчиком на пневмоходу в отсеки бункера агрегата питания 1, который обеспечивает равномерную подачу щебня и песка на холодный ковшовый элеватор 3, а с него в сушильный барабан. В агрегате питания происходит предварительное дозирование по объему холодного и влажного материала. Равномерная его подача способствует стабильности процесса сушки и нагрева, бесперебойной работе смесительного агрегата.

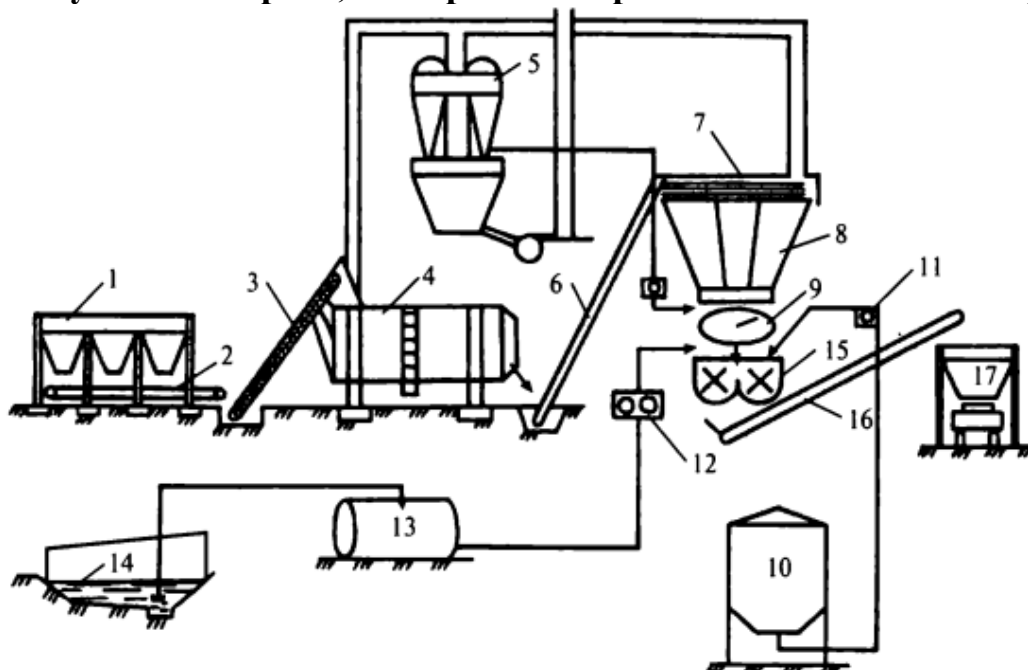


Рис. 9.1. Технологическая схема приготовления асфальтобетонной смеси:

1 – агрегат питания; 2 – ленточный транспортер; 3 – холодный ковшовый элеватор; 4 – сушильный барабан; 5 – агрегат пылеулавливания; 6 – горячий ковшовый элеватор; 7 – плоский грохот; 8 – бункер с отсеками; 9 – дозатор для песка, щебня; 10 – склад минерального порошка; 11 – дозатор минерального порошка; 12 – дозатор битума; 13 – битумный котел; 14 – битумохранилище; 15 – мешалка; 16 – скиповый подъемник; 17 – накопительный бункер.

Сушильный агрегат включает сушильный барабан с топкой и форсункой, бак с подогревом мазута.

Агрегат обеспыливания 5 задерживает пыль, не давая ей вылететь в атмосферу. В современных конструкциях асфальтосмесительных установок отечественного производства улавливание пыли достигает 85-95 %. Часть ее используют как добавку к минеральному порошку, позволяя расходовать его экономно. Для хранения пыли используют специальное хранилище. Эту пыль дозируют отдельно от минерального порошка. Количество добавляемой пыли и разрешение на ее использование устанавливает лаборатория.

Смесительный агрегат включает горячий ковшовый элеватор 6, плоский вибрационный грохот конструкции, не допускающей вибрации

металлоконструкций агрегата. Сортировку щебня производят по размерам, необходимым для приготовления асфальтобетонной смеси. Рассортированный материал поступает в отсеки «горячего» бункера 8. В некоторых установках он обеспечен системой обогрева. Наиболее часто и эффективно в качестве теплоносителя используют горячее минеральное масло.

В современных асфальтосмесительных установках дозаторы минерального порошка, пыли уноса, битума, добавок ПАВ устраивают раздельными. Точно отдозированные компоненты смеси поступают в лопастной смеситель 15 периодического или непрерывного типа принудительного действия. В некоторых конструкциях смесители имеют теплоизоляцию и обогрев циркулирующим горячим минеральным маслом, пропускаемым под давлением через двойные стенки корпуса смесителя.

Из смесителя готовую смесь выгружают в автомобили-самосвалы. Погрузка в автомобили-самосвалы происходит из накопительного бункера 17, куда смесь подают скиповым подъемником 16 или другими видами транспортирующих устройств.

Приготовление качественной смеси зависит от точного дозирования и перемешивания составляющих минеральных компонентов с горячим битумом. Для этого используют лопастные мешалки принудительного перемешивания.

Ротационное перемешивание достигается установкой лопастей мешалки в одном направлении.

Динамический метод характеризуется увеличенными скоростями вращения вала в сочетании с подачей вяжущего под высоким давлением (18-22 атм.). При этом материал в мешалке не перемешивается как обычно, а подбрасывается вращающимися лопастями и поддерживается во взвешенном состоянии («кипящий слой»).

Битум распыляется форсунками и, превращаясь в аэрозольный «туман», хорошо обволакивает поверхность всех частиц минерального материала. Виброперемешивание находится в стадии экспериментов и наиболее отработано для приготовления цементобетонных смесей.

Погрузку в автомобили-самосвалы горячей смеси ускоряют, устраивая накопительные бункера. Могут быть один или два накопительных бункера емкостью, равной грузоподъемности большегрузного автомобиля-самосвала. Бункер выполняют из стальных листов с двойными стенками с обогревом паром, электричеством или горячим маслом.

В зарубежной практике дорожного строительства на АБЗ, помимо накопительных бункеров, входящих в состав асфальтобетонной смесительной установки, включают дополнительные бункера-хранилища емкостью до 20 % от производительности завода. Обычно это металлические силосные банки с затворами или питателями на выгрузочном отверстии. Теплоизоляционный слой банок предохраняет от остывания горячей смеси за 24 ч на 10°С при заполнении объема силоса на 75 %. В ряде случаев устраивают такие

накопительные бункера с масляным или электрическим обогревом. Загрузку бункеров производят вагонетками с автоматически открывающимися днищами. Передвигаются вагонетки по монорельсу. Управление вагонетками – дистанционное. Предусматривается возможность хранения горячих смесей различной крупности.

1.2 Приготовление литой асфальтобетонной смеси (литого асфальта).

Эту смесь готовят на обычном оборудовании асфальтобетонных заводов и на специализированных установках. Особенность этих установок – наличие оборудования для нагрева минерального порошка.

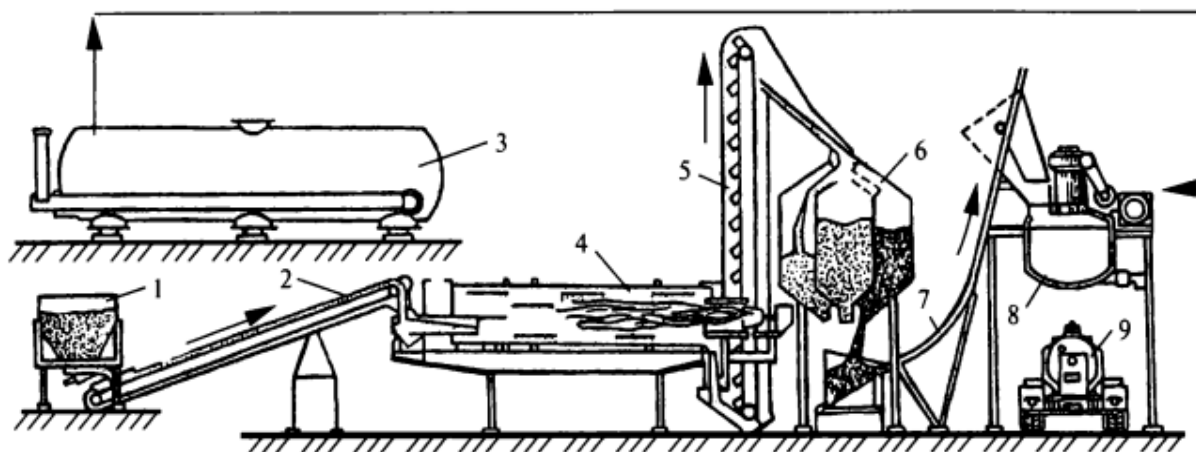


Рис. 9.2. Технологическая схема приготовления литого асфальта на специализированной установке:

1 – бункер; 2 – ленточный конвейер; 3 – обогреваемая битумная цистерна с обезвоженным битумом; 4 – сушильный барабан; 5 – горячий ковшовый элеватор; 6 – теплый бункер; 7 – скиповый подъемник; 8 – смеситель лопастной принудительного действия; 9 – асфальтовоз с подогревом в пути.

Влажные и холодные щебень и песок необходимых размеров поступают со склада по ленточному конвейеру или подаются одноковшовым погрузчиком на пневмоколесном ходу к агрегату питания. Отсюда по наклонному конвейеру материал подает в сушильный барабан, где его просушивают и нагревают до рабочей температуры, и ковшовым элеватором перемещают на грохот. Разделенные по размерам щебень и песок поступают в дозаторы и после взвешивания – в смеситель. Холодный и влажный минеральный порошок элеватором подают в нагреватель, где высушивают и подогревают до рабочей температуры, а затем элеватором – в расходный бункер.

После взвешивания необходимой порции минеральный порошок поступает в смеситель обычной или специальной конструкции с вертикальным лопастным валом.

Готовую продукцию выгружают в специализированные средства (автомобили с котлами, снабженными системой подогрева и смешивания в пути) или в автомобили-самосвалы (жесткие литые смеси).

2. Активация компонентов асфальтобетонных смесей на АБЗ

Новым, прогрессивным направлением в технологии приготовления асфальтобетонных смесей является активация их компонентов: минерального порошка, песков и битумов.

Сущность активации состоит в создании активной свежеобразованной поверхности, которая в начальный момент имеет большую энергию. Это обуславливает более высокую адгезию к вяжущим минеральных материалов.

2.1. Активация минерального порошка

Активация минерального порошка заключается в обработке его в процессе помола битумом, обогащенным поверхностно-активными веществами (ПАВ). При этом поверхность порошка покрывается тонким – в сотые доли микрона – слоем вяжущего. Активированные порошки гидрофобны и это упрощает технологию приготовления асфальтобетонной смеси. Использование активированного порошка сокращает время перемешивания, повышает однородность смеси, экономит битум, улучшает качество асфальтобетона – повышает его плотность, прочность, теплоустойчивость.

На основе исследований, проведенных в Белорусском национальном техническом университете (Я.Н. Ковалев, А.В. Бусел), был получен в производственных масштабах активированный минеральный порошок из отработанных формовочных смесей (ОФС) литейного производства. Его применение в асфальтобетоне позволило получить значительный экономический эффект. Производство этого порошка осуществлялось на имеющемся стандартном технологическом оборудовании без дополнительных капитальных вложений.

Отмечено уменьшение требуемой механической энергии на помол ОФС вследствие наличия на поверхности зерен температурных трещин, появившихся в процессе литейного передела. Энергия помола ОФС была равна энергии, затрачиваемой на измельчение доломитовой крошки, а при использовании ПАВ – меньше ее. Поскольку в составе применяемых ОФС содержатся остатки органических литейных связующих (2-5 % от минеральной массы), а кристаллическая поверхность зерен порошка не обладает фильтрационной способностью, использование активированного порошка из ОФС в составе асфальтобетона позволило снизить расход битума на 15-20 %. **Практика показала, что с использованием активированного минерального порошка из ОФС, можно устраивать асфальтобетонные покрытия с высокой устойчивостью к воздействию тяжелых транспортных нагрузок и погодно-климатических факторов.**

Использование ОФС, как сырья для получения активированных минеральных порошков, в значительной степени решает также проблему утилизации отходов литейного производства. Однако при использовании ОФС различных предприятий с литейным производством необходимо в каждом конкретном случае анализировать их состав с целью выяснения

необходимости введения ПАВ при их помоле, а также их вида и количества.

На рис. 9.3 представлена технологическая схема приготовления активированных минеральных порошков из ОФС. Данная технологическая схема приемлема для большинства асфальтобетонных заводов.

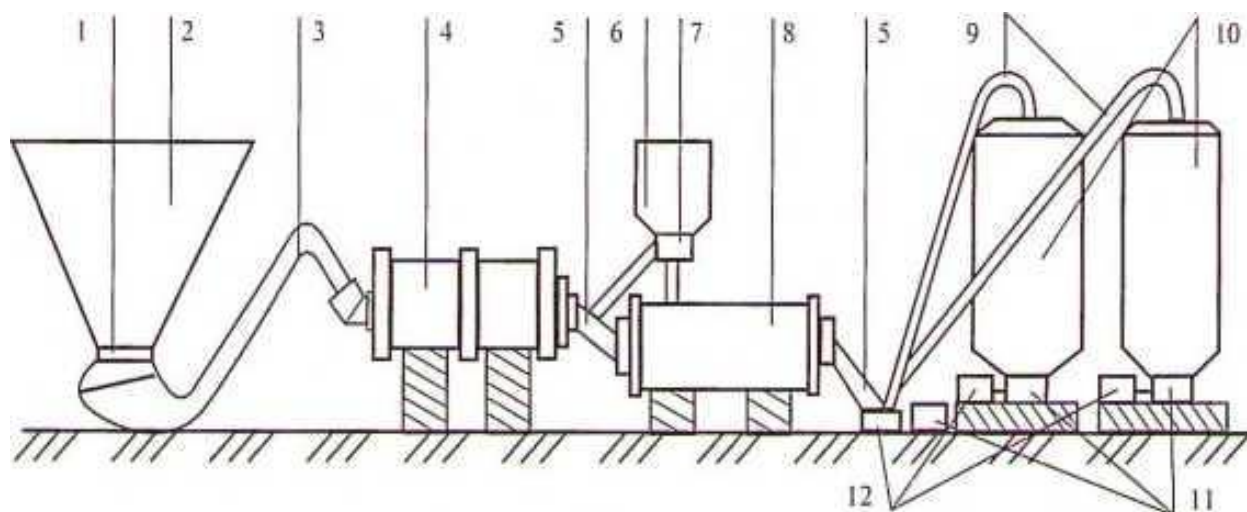


Рис. 9.3. Технологическая схема получения активированного минерального порошка из ОФС:

- 1 – питатель; 2 – накопительный бункер; 3 – элеватор; 4 – сушильный барабан;
 5 – лоток; 6 – емкость для активатора; 7 – дозатор активатора; 8 – шаровая мельница; 9 – пневмотрубопровод; 10 – силосная банка; 11 – электродвигатель;
 12 – пневмонасос.

Вместе с тем организация производства активированных минеральных порошков на каждом АБЗ экономически нецелесообразна. С целью полного удовлетворения спроса на этот материал для ряда АБЗ региона необходимо в максимальной степени централизовать производство минерального порошка непосредственно в местах запаса минерального сырья.

2.2. Активация песка

Традиционно активация песка сводится к созданию вновь образованных (более энергетически активных) аморфизированных поверхностей зерен песка с помощью ударных и вибрационных устройств.

В качестве активатора используют известь-пушонку.

Целесообразна комплексная активация песков. Песок в процессе механического воздействия обрабатывают известью по норме 3-4 % его веса и далее при смешении с битумом покрывают тонким слоем вяжущего. На активированной поверхности песчинок образуются кальциевые мыла, взаимодействующие с анионоактивными веществами битума, что упрочняет систему. Использование активированных песков повышает прочность асфальтобетона, уменьшает расход минерального порошка.

В Белорусском национальном техническом университете (БНТУ) разработана новая технология активации песка, получившая название «трибоактивация» (Я.Н. Ковалев, С.Е. Кравченко).

Процесс трибоактивации песков состоит из двух операций: трибоэлектризации поверхности зерен песка (сообщения ей электрических зарядов регулируемого значения и знака) и обработки заряженной поверхности определенным типом поверхностно-активных веществ (ПАВ) противоположного заряда. Поверхность песков можно «заряжать» как положительными, так и отрицательными электрическими зарядами. Поэтому при обработке трибоэлектризованных поверхностей с отрицательными электрическими зарядами следует применять катионные ПАВ, а анионные ПАВ будут наиболее эффективны при обработке трибоэлектризованных поверхностей с положительными электрическими зарядами.

Трибоактивация песков осуществляется в специальной установке (рис. 9.4), позволяющей последовательно продувать песок через трубу - активатор (электризация поверхности) и обрабатывать его дисперсно-распыленным поверхностно-активным веществом в виде аэрозоли.

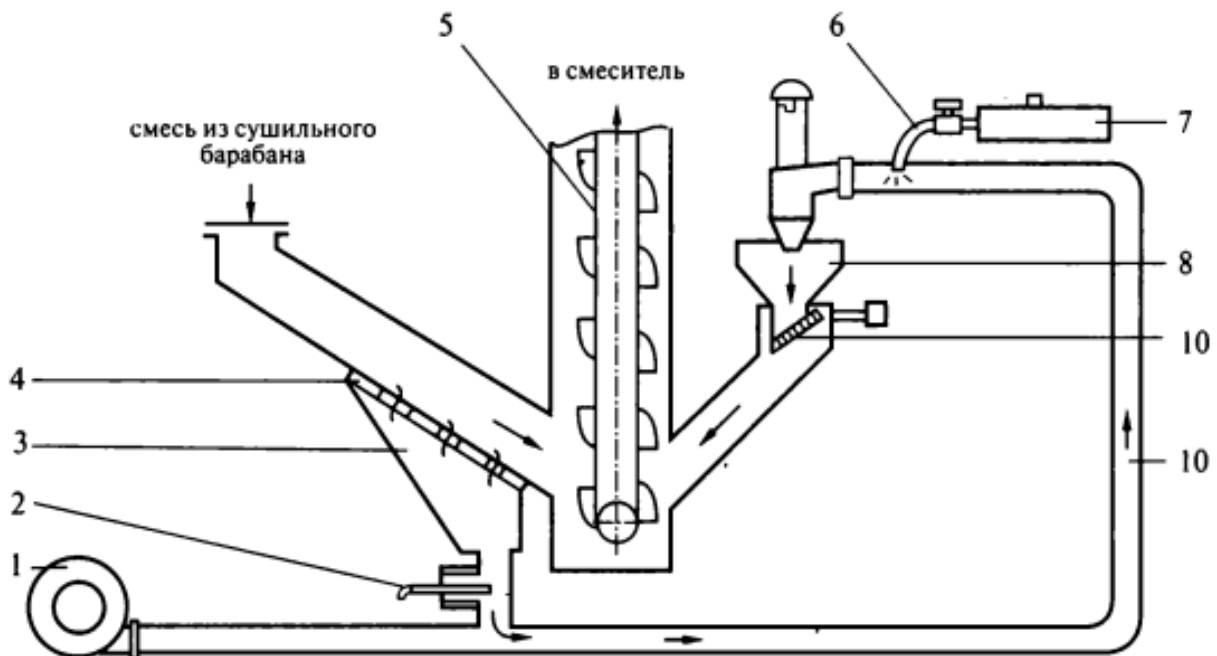


Рис. 9.4. Технологическая линия для получения трибоактивированных песков: 1 – вентилятор; 2 – шибберная задвижка; 3 – приемный бункер песка; 4 – вибрирующая металлическая сетка; 5 – горячий элеватор; 6 – устройство для подачи ПАВ; 7 – емкость для ПАВ; 8 – циклон; 9 – дроссельная заслонка; 10 – трубопровод-активатор.

Дополнительное оборудование, необходимое для получения трибоактивированных песков, хорошо вписывается в существующую технологическую схему АБЗ.

Технологическая линия работает следующим образом: горячая минеральная смесь из сушильного барабана проходит над вибрирующей металлической сеткой 4 и разделяется на крупные, не прошедшие через отверстие сетки, и мелкие песчаные фракции. Крупные частицы сразу попадают в горячий элеватор, а мелкие, расход которых регулируется задвижкой-регулятором 2, поступают в трубопровод-активатор 10, где

подхватываются закрученным воздушным потоком, создаваемым вентилятором 1. При движении песко-воздушной смеси по активирующему элементу за счет трения о его стенки поверхность частиц песка трибоэлектризуется и на выходе из него через форсунку 6 обрабатывается ПАВ. Трибоактивированный материал осаждается в циклоне 8, поступает в горячий элеватор 5 и далее – согласно технологической линии.

В соответствии с техническим заданием, разработанным в БНТУ, была подготовлена техническая документация на изготовление опытно-промышленной установки по трибоактивации песков.

2.3. Активация битумов и битумных эмульсий

Исследования, проведенные в Белорусском национальном техническом университете показали, что электрогидравлическая обработка битума ведет к существенному изменению его группового состава и, как следствие, к изменению его физико-механических свойств. Это открывает перспективы для разработки новых технологических схем получения битума с заданными свойствами, а также комплексных органических вяжущих веществ.

Установлены закономерности активации битумных эмульсий, применяемых для получения эмульсионно-минеральных смесей (ЭМС). Показано, что электрогидравлическая обработка катионной битумной эмульсии увеличивает дисперсность битумных частиц, вследствие чего увеличивается ее однородность и устойчивость. Повышение устойчивости битумной эмульсии позволяет повысить прочность образцов из ЭМС на 17 %. Наиболее эффективно ЭГ-обработку проводить в течение 50-200 с при частоте 1 Гц. Скорость седиментации битумных частиц уменьшается в 3,2 раза, что приводит к повышению однородности и устойчивости эмульсии при хранении.

Установлено, что обработку трибоэлектризованных песков целесообразно проводить 2%-ной водной суспензией извести, активированной в аппарате вихревого слоя (ВА-100) в течение 10-15 с.

Отмеченные результаты, полученные при нереагентной активации битумов и эмульсий на их основе, пока не могут быть широко применены на производстве вследствие отсутствия соответствующего промышленного оборудования и технической документации по регламенту работы на нем.

2.4. Активация гудронов для получения модифицированных дорожных битумов

В 1992 году в Беларуси был разработан и апробирован новый способ ускоренного окисления нефтяных гудронов с целью получения качественных дорожных битумов.

Окисление гудронов в локальных окислительных установках с целью получения дорожных битумов является наиболее распространенной технологической операцией. Существующая схема окисления заключается в продувании химически «нейтрального» воздуха через малоактивный нефтяной гудрон. Поэтому процесс перехода гудрона

в битум затягивается во времени и требует высоких температур (180-250 °С).

Научные основы электронно-ионной технологии дорожных композиционных материалов определяют перспективность окисления нефтяного сырья, заключающегося в повышении активности как кислорода воздуха, так и самого гудрона путем их интенсивной нереагентной обработки.

Как показали экспериментальные исследования БНТУ, наиболее приемлемый путь «активации» воздуха заключается в облучении его жестким ультрафиолетовым излучением. При этом кислород переходит в химически активные формы: озон, колебательно-возбужденный атомарный кислород.

Для реализации указанного процесса было разработано специальное устройство. Воздух, обработанный в указанном устройстве, интенсивно химически взаимодействует с компонентами гудрона, особенно с маслами (поскольку их содержание наибольшее и пузырьки активизированного воздуха в максимальной степени контактируют с ними). Таким образом, идет ускоренный процесс накопления смолистой фракции.

Обогащенная смолами мальтеновая часть битума способна обеспечить высокую деформативность вяжущего при низких температурах, что очень важно для повышения трещиностойкости асфальтобетона.

Опытно-экспериментальные работы показали, что при получении битума из активированного гудрона, процесс окисления ускоряется на 25-30 %. При этом существенно улучшаются деформативные характеристики битумов при низких температурах.

2.5. Магнитная активация битумов

Исследования, проведенные в России (Першин М.Н., Платонов А.П., Баринов Е.Н., Габиров Н.Н.), позволили разработать и внедрить эффективную технологию приготовления асфальтобетонных смесей на вспененных (активированных) битумах при воздействии электромагнитных полей и аминокомплексных соединений.

Особенностью технологического процесса приготовления магнито-активированных битумов является то, что при прохождении по битумопроводу вяжущее подвергается предварительному вспениванию.

3. Автоматизация технологических процессов на АБЗ и контроль качества

3.1. Автоматизация технологических процессов

Достичь требуемых режимов всех операций на АБЗ, обеспечивающих высокое качество изготавливаемых асфальтобетонных смесей, можно только при их полной автоматизации.

На АБЗ автоматизации подлежат технологические линии подачи и дозирования щебня, песка, битума, минерального порошка, смесительное отделение, накопительные бункера.

Автоматизация современных асфальтосмесителей охватывает

системы контроля за работой агрегатов, автоматической блокировкой машин и управления процессом дозирования компонентов смеси.

Автоматизация технологических процессов на АБЗ сокращает количество обслуживающего персонала (оператор только наблюдает за работой устройств по показаниям на табло в его кабине).

Таким образом, автоматизация позволяет осуществлять все управление технологией асфальтосмесительного отделения с центрального пульта и вынести его из рабочей зоны установки.

Система автоматического дозирования обеспечивает приготовление смесей заданного состава, точное и надежное соблюдение продолжительности операций, их строгую последовательность, согласно заданному технологическому режиму. Она исключает ошибки субъективного характера, которые случаются при ручном управлении и зависят от квалификации оператора.

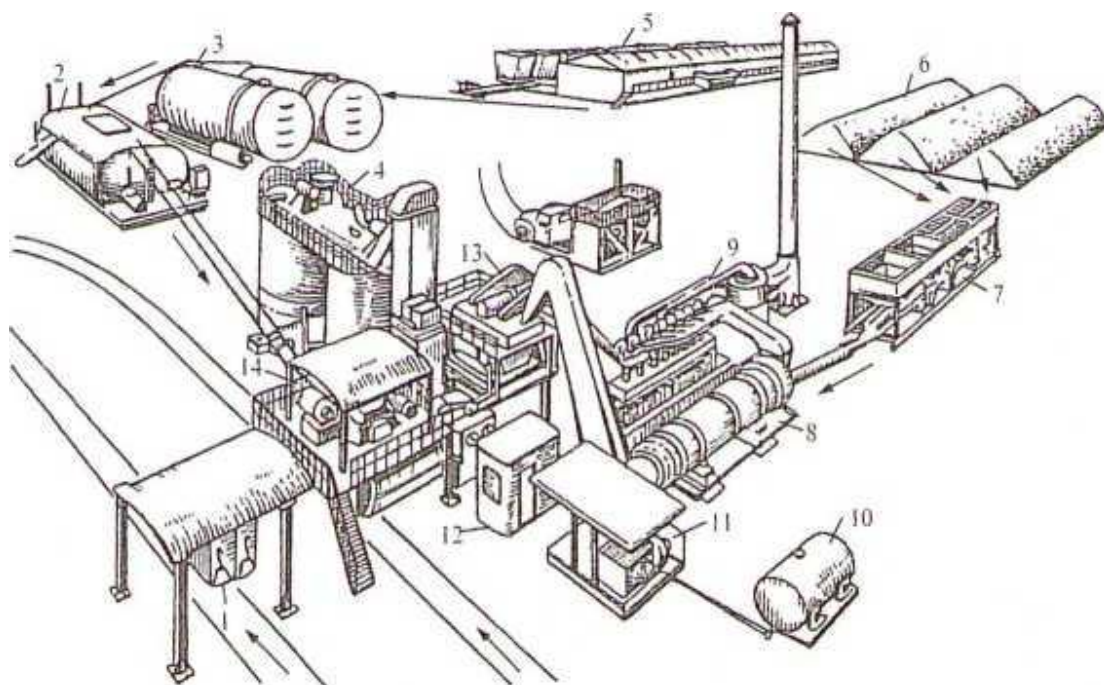


Рис. 9.5 Автоматизированный АБЗ:

1 – накопительные бункера; 2 – обезвоживающая установка; 3 – обогреваемые расходные цистерны; 4 – силосный склад минерального порошка; 5 – склад битума; 6 – склад песка и щебня; 7 – агрегат грубого дозирования (питатель); 8, 11 – сушильный агрегат; 9 – агрегат обеспыливания; 10 – расходный бак мазута; 12 – пульт управления; 13 – сортировочно-дозировочный агрегат; 14 – смесительный агрегат.

На рис. 9.5 показаны места АБЗ, где могут быть установлены приборы для контроля и автоматического регулирования устройствами.

Автоматизация современного АБЗ представляет определенную сложность, поскольку технологический процесс завода связан со строгим соблюдением теплового режима и тщательным перемешиванием составляющих асфальтобетонной смеси. Автоматизация предусматривает контроль за ходом процесса, регулирование его с блокировкой управления отдельными операциями. Оператор включает главный рубильник и на пульте

загорается лампа контроля напряжения (ЛКН), сигнализирующая о нормальном напряжении в цепи управления. Получив подтверждение от дежурных о готовности, оператор дает предупреждающий сигнал и пускает завод. Начинается подача материалов в сушильные барабаны. Песок и щебень просушиваются и нагреваются в сушильных барабанах (желательно отдельно для щебня и песка), оборудованных независимой системой автоматического и дистанционного регулирования.

Влажность песка и щебня и их удельные поверхности различны. Влажность песка доходит до 10 %, а влажность щебня не превышает 2-2,5 %. Таким образом, получение одинаковой температуры песка и щебня невозможно при одной и той же температуре горячих газов в сушильном барабане, где происходит одновременно просушка и нагрев этих двух материалов.

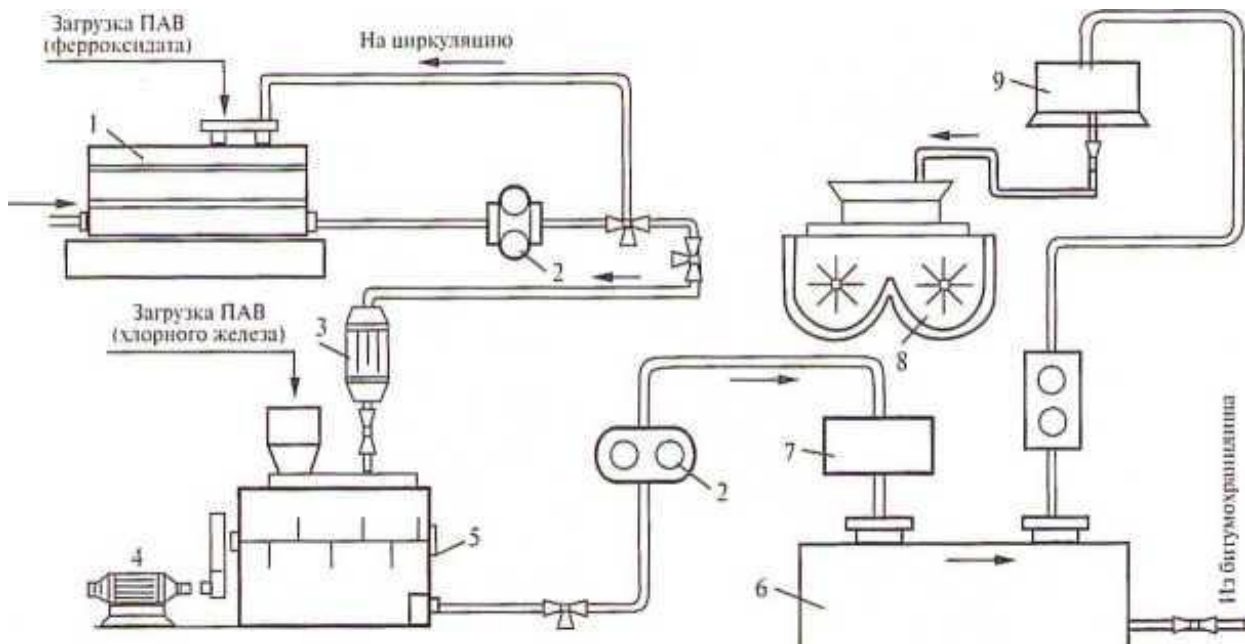


Рис. 9.6. Технологическая схема приготовления и введения в органическое вяжущее поверхностно-активных добавок:

1 – емкость для ПАВ; 2 – шестеренчатые насосы; 3 – дозатор для ПАВ; 4 – электродвигатель; 5 – лопастная мешалка для приготовления поверхностно-активной добавки; 6 – битумоплавильный агрегат; 7 – мерный бачок для поверхностно-активного вещества (ПАВ); 8 – мешалка смесителя; 9 – мерный бачок для битума.

Отсюда вывод, что для повышения качества горячей смеси целесообразно иметь отдельные сушильные барабаны – для щебня и песка. Этим будет достигнута равномерность нагрева материалов. Температуру песка и щебня регулируют, изменяя подачу топлива и исходных влажных материалов в сушильный барабан.

В битумном цехе принята двухступенчатая схема нагрева битума, при которой начальный подогрев производится в хранилищах прирельсового склада, а окончательный – в автоматической установке. Битум, нагретый до

100 °С, с прирельсового склада доставляют в битумоплавильную установку, где его обезвоживают и нагревают до рабочей температуры (140-160 °С). При помощи насоса создается непрерывная циркуляция нагретого битума в магистралях, из которых он поступает в дозатор и мешалку смесителя.

Кроме основных на АБЗ могут быть вспомогательные технологические линии, например, приготовление и подача ПАВ.

ПАВ можно вводить либо в органические вяжущие, либо прямо в мешалку при приготовлении смесей. В первом случае необходим дополнительный резервуар, в котором готовят и хранят поверхностно-активные вещества. Из резервуара с помощью насоса ПАВ подаются через дозатор в битумоплавильную установку (рис. 9.6). Эта схема введения добавок дает больший эффект по сравнению со схемой, предусматривающей непосредственное введение их в мешалку.

3.2. Контроль качества продукции АБЗ

Качество асфальтобетонной смеси – это совокупность свойств, которые отвечают требованиям нормативных документов (ГОСТ, СТБ, ТУ) на тип приготавливаемого асфальтобетона и его марку.

Показатель качества смеси обусловлен качеством исходных материалов: щебня, песка, минерального порошка, битума и уровнем технологического оборудования на АБЗ.

Обеспечение качества смеси начинают с проектирования ее состава. Если состав подобран неправильно, то требуется его немедленная корректировка в соответствии с показателями, установленными Государственным стандартом.

Контрольную проверку качества осуществляет центральная лаборатория или лаборатория АБЗ (в зависимости от наличия).

Контроль надежности хранения материалов, точности их дозирования, температурного режима, соответствия получаемого состава запроектированному – основные условия получения гарантированного качества готовой продукции АБЗ – асфальтобетонной смеси.

Перед началом каждой смены лаборатория совместно с механиком АБЗ проверяет точность работы дозаторов. Лаборатория проверяет в течение смены несколько раз влажность на складах щебня и песка, поступающих для изготовления смеси. В случае выявления отклонений влажности от нормативных значений (в случаях резкого изменения погоды) вносится соответствующая корректировка.

В процессе приготовления смеси контролируют температуру просушенного и нагретого щебня, песка, битума. На автоматизированных АБЗ эти операции выполняют приборы автоматики, передавая данные на пульт управления (дисплей оператора).

При использовании ЭВМ и микропроцессоров корректировка осуществляется оперативно по соответствующим программам.

На неавтоматизированном заводе корректировку производит оператор.

Контроль готовой смеси (в основном ее температуры) выполняет

дежурный лаборант на весовой с помощью термометра в металлической оправе или электронным портативным прибором.

Для исключения погрешностей, связанных с ручной перенастройкой дозаторов, вероятность которых значительно возрастает при частой смене составов смеси, устанавливают программное устройство. В этом случае настройка дозаторов на заданный состав осуществляется автоматически с помощью перфокарт, закладываемых в программное устройство, которое своевременно подает сигналы на управление затворами горячего бункера.

Перфокарта для программного управления технологическим процессом приготовления смеси представляет собой лист картона с пробитыми в нем отверстиями. Зашифрованную в соответствии с заданной программой дозирования перфокарту закладывают в считывающее устройство, откуда команды подаются в дешифратор и далее в систему автоматики дозаторов.

Для получения смеси по новому составу меняют только перфокарту – старую вынимают и вставляют новую с требуемым составом смеси. Перфокарты могут содержать не только записи взвешиваемых доз материала, но и такие команды, как последовательность взвешивания, время смешивания.

Набор карт хранят в картотеке. Для приготовления нужной смеси выбирают перфокарту и вставляют ее в программное устройство. При вложенной перфокарте замыкаются только те контакты, которые проходят через ее отверстие, и приборы дозаторов получают команду.

Оформленные контрольные карты выдают водителям автомобилей-самосвалов, доставляющих смесь на строительство дороги.

Организация «идеального» контроля на АБЗ должна предусматривать:

а) для исходных материалов: выборочный контроль физико-механических свойств песка, гравия, щебня, МП в объемах, соответствующих их расходу в течение смены;

б) для операций: непрерывный контроль температуры минеральных материалов и органических вяжущих, дозирования минеральных компонентов и гранулометрического состава смеси в целом (с помощью мини- ЭВМ) с целью обеспечения соответствия получаемого состава проектному; дозирования органического вяжущего и ПАВ, продолжительность перемешивания минеральных компонентов с органическим вяжущим и однородности смеси;

в) для готовой асфальтобетонной смеси: непрерывный контроль температуры смеси, выборочный контроль содержания битума и физико-механических свойств сформованных образцов асфальтобетона экспресс-методами.

Лекция №10

Заводы по приготовлению асфальтобетонных смесей (часть 3)

1. Охрана труда и противопожарные мероприятия на АБЗ.

2. Особенности приготовления на АБЗ теплых, холодных асфальтобетонных смесей и черного щебня.

3. Особенности приготовления смесей на АБЗ в холодный период года.

4. Переработка (регенерация) старого асфальтобетона.

1. Охрана труда и противопожарные мероприятия на АБЗ

1.1. Охрана труда.

Основными ответственными исполнителями мероприятий по охране труда на АБЗ являются мастера цехов. Они обязаны проводить первичный (при поступлении на работу) и повторные инструктажи на рабочих местах (на каждом рабочем месте), а также повседневный контроль, инструктаж и обучение рабочих безопасным приемам работы, обеспечивать рабочих спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты, обеспечивать опасные рабочие места предупредительными надписями «Посторонним лицам находиться на рабочих местах и в зоне работы машин и оборудования запрещается».

На заводе должна быть аптечка с медикаментами и средствами для оказания первой медицинской помощи пострадавшим, газированная или питьевая вода.

Все погрузочно-разгрузочные работы выполняют под руководством ответственного лица, назначенного приказом.

Площадка вокруг асфальтосмесительного агрегата, а также лестницы должны быть надежно ограждены, полы должны иметь сплошное и ровное покрытие.

Битумохранилища ограждают забором из негорючих материалов с калиткой, чтобы посторонние не имели доступа к ним.

При оказании первой помощи в случае ожога горячим битумом немедленно смывают его керосином и делают примочку из 5%-ого раствора марганцовокислого калия.

Перед пуском сушильного агрегата проверяют систему подачи топлива, пара или сжатого воздуха к форсунке. В проверку входит герметичность труб, исправность паро- и топливопровода и всех кранов. При зажигании форсунки сначала немного открывают вентиль подачи пара или сжатого воздуха, затем вентиль подачи топлива, после чего к соплу подносят запальник.

Рекомендуется иметь электрозапальник на длинной ручке (1,5-2 м). После воспламенения топлива, постепенно увеличивают подачу пара (воздуха). Во избежание ожога и выброса пламени из сушильного барабана у входного отверстия топки должен быть установлен защитный козырек из несгораемого материала. Для предохранения глаз от ожогов форсунщик обязан работать в защитных очках.

Осматривать, смазывать и ремонтировать работающий

асфальтосмеситель запрещается. Сушильный барабан разрешается осматривать и ремонтировать только после его остывания. При прекращении работы требуется выключить поступление топлива к форсунке, продолжая дутье, чтобы проветрить барабан от накопившихся в нем взрывоопасных газов. Асфальтобетоносмесительная установка должна быть оборудована надежной системой очистки от дыма и пыли. Рекомендуется двух-, трехстадийная очистка газов: сухая и мокрая.

Одним из эффективных мероприятий по снижению вредных выбросов в атмосферу является газификация АБЗ, перевод автомобилей-самосвалов на газовое топливо.

Для создания хорошего микроклимата территорию АБЗ озеленяют вне зависимости от срока нахождения его на одном месте, используя быстрорастущие деревья и кустарники.

Одним из важных элементов охраны природы является рекультивация территории завода после его передислокации на новое место.

1.2. Противопожарные мероприятия

Асфальтобетонные смесители снабжают не менее чем тремя огнетушителями, располагая их вблизи форсунки, на лестнице и около расходного бачка мазута. Площадку около форсунки ограждают перилами высотой 1 м.

Асфальтобетонный завод должен быть оборудован средствами пожаротушения: водоемами, запасными цистернами для воды, резервуарами, достаточной длины шлангами, насосами для подачи воды, передвижными мотопомпами (при отсутствии водопровода), огнетушителями.

Необходимо предусматривать запасный въезд на территорию завода и выезд, свободный подъезд к водоемам. Категорически запрещается нарушать допускаемые разрывы между производственными и бытовыми строениями.

2. Особенности приготовления на АБЗ теплых, холодных асфальтобетонных смесей и черного щебня

2.1. Приготовление теплых и холодных асфальтобетонных смесей

Технология приготовления этих смесей принципиально не отличается от приготовления горячей смеси. Отличие заключается лишь в температурном режиме.

Температура приготовления теплых и холодных смесей должна быть:

- при использовании среднегустеющих жидких битумов 90-110 °С;
- медленногустеющих - 100-110 °С;
- с применением ПАВ - 70-100 °С.

Максимальный размер зерен у таких смесей составляет 10-15 мм. Их можно укладывать тонкими слоями (1-1,5 см).

Меньшая температура нагрева компонентов смесей и малый размер их зерен, по сравнению с параметрами горячих смесей – главная особенность технологии приготовления теплых и холодных смесей.

Другие особенности технологии заключаются в следующем:

- для таких смесей требуется более тщательное и длительное перемешивание (180-240 с), т.е. дольше, чем для горячих смесей (60-180 с);
- минеральный материал предварительно проходит грохочение и подается в сушильный барабан.

Все остальные процессы ничем не отличаются от горячей технологии. Для холодных и теплых смесей желательно применять активированный минеральный порошок (причем его применение в этих смесях значительно эффективнее, чем для горячих).

Выдача готовой смеси из смесителя может производиться сразу в автомобильный транспорт или по транспортеру на склад.

Поскольку холодные смеси изготавливают на жидких битумах и эмульсиях, они способны долго сохранять удобоукладываемость и уплотняемость. Со временем они начинают слеживаться и частично понижают свои физико-механические свойства.

Для частичного снижения слеживаемости холодных смесей их подвергают специальной обработке одним из трех способов:

- 1) понижением температуры смеси после выпуска до 25-30 °С;
- 2) добавлением химических добавок;
- 3) периодическим перемешиванием смеси на площадках хранения.

Уменьшение слеживаемости путем искусственного охлаждения может быть достигнуто тремя способами: принудительным обдуванием смеси вентиляторами или обливанием холодной водой при выходе в месте выгрузки смеси из смесителя (до 50-60 °С), либо естественным охлаждением смеси в процессе ее транспортировки. В последнем случае время транспортировки должно обеспечивать температуру в месте укладки смеси в штабеля не выше 30 °С, что устанавливается экспериментально или теплотехническим расчетом.

Уменьшение слеживаемости достигается путем введения в смеситель химических добавок с длительностью перемешивания 6-10 с. При большей длительности эффект не возрастает.

Химические добавки представляют собой водные растворы соапстока (3-5 %), древесного дегтя (5-6 %) с едким натром (0,6-0,7 %), сульфитно-спиртовой барды (10 %) с хлорным железом (10 %); отходов глициринового производства (30 %) и др. Расход добавок принимают в % к массе смеси.

Уменьшение слеживаемости холодных смесей на площадках может быть достигнуто путем их периодического перемешивания (перелопачивания) с помощью погрузчиков, экскаваторов и др.

При приготовлении холодных смесей в качестве вяжущего могут быть использованы битумные эмульсии, применение которых дает ряд преимуществ:

- вследствие большей подвижности эмульсий минеральные

частицы лучше обволакиваются, что позволяет сократить расход органического вяжущего;

– минеральную часть перемешивают с эмульсией в холодном состоянии, благодаря чему исключаются теплотраты.

Применение эмульсий позволяет отказаться от громоздкого оборудования по подогреву и просушиванию минеральных материалов и разогреву органического вяжущего.

Однако холодным асфальтобетонам на эмульсиях присущ ряд недостатков:

– прочность их, как правило, ниже прочности асфальтовых бетонов горячего типа;

– для покрытий из таких бетонов характерен длительный период формирования, необходимый для испарения воды из эмульсий и приобретения требуемой прочности, вследствие этого такие покрытия больше подвержены деформациям и требуют больших затрат на ремонтные работы.

Для приготовления холодных смесей используют битумные эмульсии с вязкостью $C_{20}^5 = 30-50$ с и показателем скорости распада 10-15 %. Минеральный материал целесообразнее применять из карбонатных горных пород, обеспечивающих лучшую адгезию битумов с минеральной частью.

Перемешивание минеральных материалов с эмульсиями производится в смесителях. Меньшая вязкость и большая подвижность эмульсий значительно облегчают процесс перемешивания, что позволяет шире использовать передвижные смесители. Малое время перемешивания способствует повышению производительности смесителей и позволяет организовать приготовление холодных смесей непосредственно в притрассовых карьерах.

2.2. Особенности приготовления черного щебня

Технология приготовления черного щебня включает: сортировку, дозирование минеральных материалов и их высушивание до полного удаления влаги, а также введение необходимых добавок.

Черный щебень (и все гравийные смеси) приготавливают в асфальтосмесительных установках.

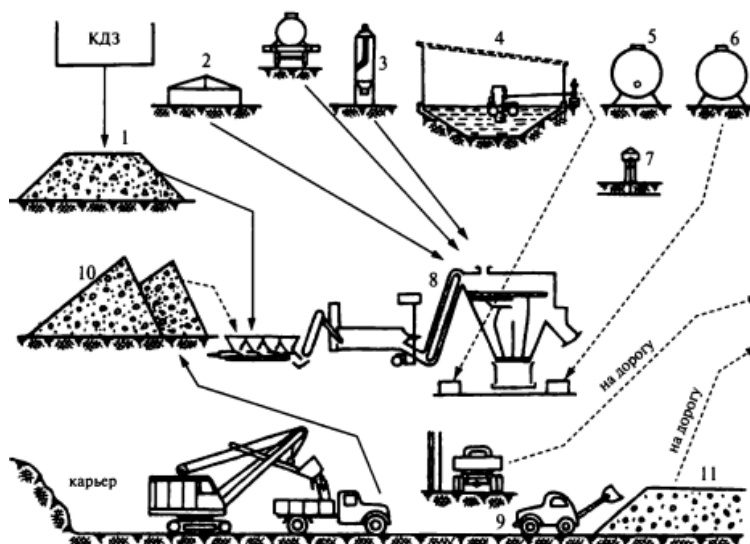
Чтобы черный щебень не слеживался при хранении его перед отправкой на склад охлаждают до 30-35 °С путем обдува воздухом при перемещении по транспортеру или в охлаждающих барабанах. При отсутствии охлаждающих устройств температуру черного щебня понижают систематическим рыхлением (перелопачиванием) экскаватором или универсальным одноковшовым погрузчиком.

Чтобы уменьшить слеживаемость, при приготовлении в смесь добавляют отходы соапстока, сульфитно-спиртовую барду с хлорным железом в количестве 2,5-3,5 % от массы смеси.

Добавки вводят в мешалку после окончания перемешивания минерального материала с вяжущим. Продолжительность дополнительного перемешивания с добавками – не более 6-10 с.

Рис. 10.1. Схема технологического процесса приготовления черного щебня:

- 1 – склад щебня;
- 2 – склад извести;
- 3 – склад минерального порошка;
- 4 – битумохранилище;
- 5 – хранилище дегтя;
- 6 – хранилище эмульсии;
- 7 – хранилище воды;
- 8 – асфальтобетонный смеситель;
- 9 – автопогрузчик;
- 10 – склад гравия;
- 11 – склад черного щебня.



Холодный черный щебень и смеси в летнее время хранят в открытых штабелях высотой 1,5-2 м. Площадки под штабеля должны быть спланированы бульдозером и обеспечены водоотводом. Черный щебень и смеси, приготовленные с жидким битумом класса СГ, хранят только под навесами. Сроки хранения колеблются (в зависимости от применяемого вяжущего) от 4 до 8 месяцев.

При применении эмульсий, чтобы улучшить адгезию к щебню и уменьшить его слеживаемость на складе, минеральный материал смешивают с известью в смесителе. В случае, если щебень сухой, его увлажняют до 2-3 %, а известь добавляют в виде известкового молока. Содержание воды при этом не должно превышать 3 %, а известковой добавки 0,2-0,7 % от массы минерального материала.

Щебень перемешивают с известью 15-20с. до полного и равномерного ее распределения по поверхности частиц. Если в смесь добавляют минеральный порошок, его предварительно увлажняют (10-20 % от массы порошка), подают в смеситель и снова перемешивают 15-30 с. ПАВ вводят в смеситель.

3. Особенности приготовления смесей на АБЗ в холодный период года

Для повышения годовой производительности и снижения себестоимости продукции целесообразно продлевать работу АБЗ на холодный период года.

В холодный период, т.е. при температуре воздуха ниже 5 °С, заводы могут выпускать холодную и теплую смеси. Холодную смесь можно хранить в закрытых складах и затем использовать для укладки в теплый период года. Из теплой смеси можно сразу же изготавливать тротуарные плитки, блоки, асфальтобетонные шашки для полов.

Технологическая схема приготовления асфальтобетонных и битумо-минеральных смесей в холодный период года принципиально не отличается от схемы приготовления в теплый период. Добавляются лишь технологические операции, направленные на уменьшение тепловпотерь.

Хранению материалов в холодный период года уделяют большое

внимание:

– органические вяжущие необходимо хранить только в закрытых хранилищах;

– минеральный порошок должен быть сухим. При влажности более 1 % перед введением в смесь нужна предварительная его просушка. Целесообразно для приготовления смесей в холодный период применять активированный минеральный порошок;

– в щебне и песке не должно быть мерзлых комьев.

Для этого площадки хранения очищают от снега и льда и устраивают хороший поверхностный водоотвод. Поверхность штабелей для защиты от атмосферных осадков прикрывают брезентом, полиэтиленовой пленкой, прогревают материалы. При небольшом удалении карьеров щебня и песка от завода целесообразно организовать непрерывную доставку и кратковременное хранение материалов, исключающие их промерзание в штабелях.

Транспортировку материала в холодный период организуют, предусматривая минимальные теплотери. Все транспортные конвейерные линии защищают кожухами, предохраняющими от ветра и попадания снега; при необходимости устраивают теплоизоляцию из малотеплопроводных материалов – шлаковаты, поролон, топочных шлаков и др. Горячие элеваторы также следует изолировать от теплотери.

Трубопроводы, подающие газ, пар, воду, нефть, вяжущие, изолируют шлаковатой или другими материалами, а когда необходимо, оборудуют системой внутреннего или наружного паро- или электропрогрева.

Сушка материалов в холодный период производится обычным способом, но продолжительность ее увеличивается на 20-30 %. Поскольку эта операция понижает производительность завода, оборудование линии сушки должно иметь большую производительность. Для этой цели может быть установлен дополнительный барабан или организована предварительная сушка материалов в третью смену.

Сушильные барабаны изолируют листовым асбестом, шлаковатой, поролоном.

Перемешивание материалов в холодный период года более продолжительно, время его увеличивается по сравнению с перемешиванием в теплый период на 30-80 %.

Для повышения адгезии и когезии, сокращения времени перемешивания применяют различные добавки – известь (1-2 % веса каменных материалов), древесный деготь (1-2 %) и др.

Мешалки, как и сушильные барабаны, утепляют изоляционными материалами.

Выгрузка готовой смеси замесами весом 0,5-1 т в автомобили-самосвалы связана с интенсивными теплотериями. Чтобы избежать их, под мешалками следует устраивать утепленные накопительные бункеры емкостью 5-7 т. Это исключает простои транспортных средств и уменьшает остывание смеси.

Для уменьшения теплопотерь при доставке готовой смеси к месту укладки или временного хранения надо применять автомобили-самосвалы грузоподъемностью 5-7 т с обогреваемыми кузовами; смесь в кузовах укрывать крышками, брезентом или полиэтиленовой пленкой.

В холодный период целесообразна работа завода в три смены, так как при работе в две смены каждый раз перед началом первой требуется предварительно в течение 1-2 ч подогревать системы трубопроводов, насосы и другое оборудование, что увеличивает энергозатраты.

4. Переработка (регенерация) старого асфальтобетона

В настоящее время за рубежом, в России и Беларуси широко используют повторно старый асфальтобетон, снятый с дорожного покрытия.

Это дает следующие преимущества:

- утилизация взломанного лома асфальтобетонных покрытий по повторному назначению;
- возможность широкого применения добавок каменных материалов и модифицированного битума в процессе регенерации;
- значительная экономия энергетических затрат и материальных ресурсов.

Технология использования старого асфальтобетона на АБЗ включает следующие операции:

- снятие с дороги старого асфальтобетона;
- транспортирование материала на АБЗ;
- дробление старого асфальтобетона;
- разогрев и перемешивание старого асфальтобетона в смесителе с добавлением (или без добавления) минеральных материалов, битума и пластификаторов, ПАВ и др.

Старый асфальтобетон предварительно дробят в щековых, конусных или роторных дробилках ударного действия.

В.М. Гоглидзе предложил погружать куски асфальтобетона в горячую воду, что способствует ослаблению структурной прочности старого асфальтобетона в водонасыщенном состоянии и облегчает его дробление.

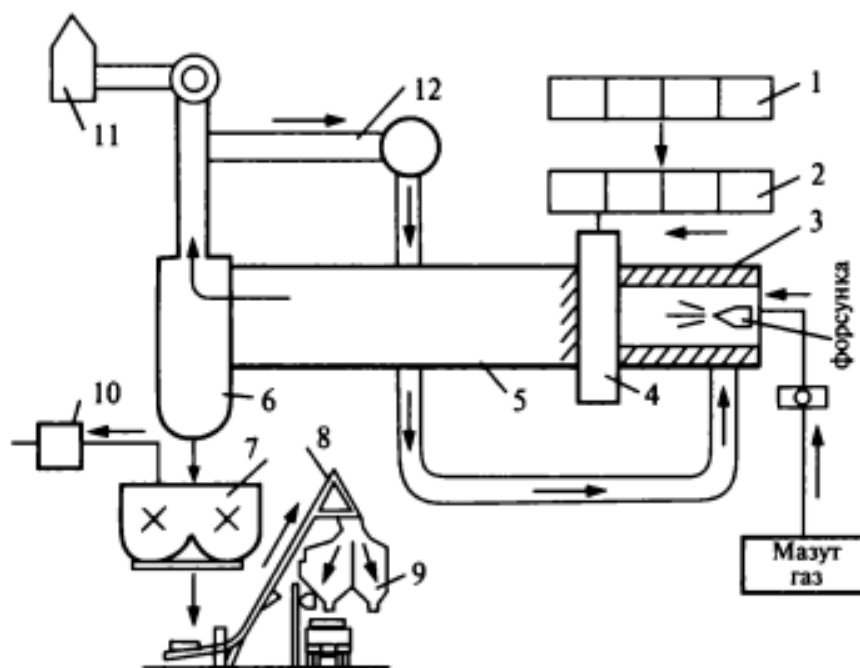


Рис. 10.2. Технологическая схема переработки старого асфальта на специализированной установке (вариант):

1 – склад рассортированного по фракциям дробленого старого асфальта; 2 – бункер-питатель; 3 – топка с форсункой; 4, 6 – приемники; 5 – сушильный барабан; 7 – смеситель; 8 – скиповый подъемник; 9 – бункер - накопитель; 10 – дымосос; 11 – вентилятор; 12 – газоотводная труба.

Сущность предлагаемой технологии заключается в следующем. Со склада старый асфальтобетон ленточным конвейером или одноковшовым погрузчиком на пневмоходу подают к агрегату питания кусками, не превышающими 40 мм и далее, с учетом размера кусков – в соответствующую секцию бункера-питателя.

Отдозированный материал перемещают ленточным конвейером или ковшовым элеватором в сушильный барабан для нагревания. По шнековому конвейеру смесь поступает в смеситель. Сюда же подают отдозированные жидкие добавки для пластификации битума. Готовая смесь поступает в накопительный бункер. Особенностью конструкции установки является наличие газоотводной трубы 12. На выходе из сушильного барабана часть отходящих от форсунки газов с помощью вентилятора возвращается из газоотводящей трубы в топку. При этом часть газов смешивается с вновь образовавшимися продуктами сгорания топлива (газами), снижая их температуру. С помощью заслонки регулируют количество повторно циркулирующих газов и тем самым получают необходимую температуру горячих газов, поступающих в барабан, не изменяя режима работы форсунки. Датчики контролируют температуру горячих газов, поступающих из топки в барабан. Использование повторно циркулирующих газов позволяет снизить расход топлива.

Лекция №11

Цементнобетонные заводы (часть 1)

1. Назначение и классификация ЦБЗ.

2. Выбор расположения ЦБЗ.

3. Разработка генерального плана ЦБЗ.

4. Склады исходных материалов для приготовления цементобетонных смесей и механизация погрузочно-разгрузочных работ.

1. Назначение и классификация ЦБЗ

Цементобетонный завод (ЦБЗ) – производственное предприятие, на котором готовят цементобетонные смеси для устройства покрытий автомобильных дорог и аэродромов, деталей и конструкций искусственных сооружений (мостов, путепроводов, труб и др.).

ЦБЗ классифицируют на:

- стационарные (прирельсовые);
- временные (притрассовые);
- передвижные;
- и береговые.

Береговые ЦБЗ создают при строительстве больших мостов и доставке материалов речным транспортом.

Передвижные ЦБЗ характеризуются возможностью быстрого последовательного перебазирования на новые строительные площадки, они должны иметь короткие сроки ввода в эксплуатацию.

Основные критерии эффективности работы ЦБЗ:

- себестоимость цементобетонной смеси;
- единовременные капитальные вложения.

Передвижные ЦБЗ следует применять только с высокой прогрессивной технологией, современным оборудованием и по возможности – автоматизированные.

Экономическая эффективность и техническая целесообразность постройки стационарных или передвижных ЦБЗ обосновываются расчетом экономического эффекта при равной годовой мощности этих предприятий.

Экономический эффект определяют на всю годовую продукцию ЦБЗ:

$$\mathcal{E} = Q_{\Gamma} (P_{\text{ст}} - P_{\text{п}})$$

где Q_{Γ} – годовая мощность ЦБЗ, м³ (т);

$P_{\text{ст}}$ – приведенные суммарные затраты для стационарных ЦБЗ на 1 м³;

$P_{\text{п}}$ – то же, для передвижных.

$$P_{\text{ст}} = C_{\text{ст}} + 3\text{тр}_{(\text{ст})} + E_{\text{н}}K_{\text{ст}}$$

где $C_{\text{ст}}$ – себестоимость единицы продукции стационарного ЦБЗ, руб.;

$3\text{тр}_{(\text{ст})}$ – доставка 1 м³ цементобетонной смеси со стационарного ЦБЗ,

руб.;

E_n – нормативный коэффициент эффективности (0,14);

$K_{ст}$ – капитальные вложения в стационарный ЦБЗ, руб.

$$P_n = C_n + Z_{тр(n)} + E_n K_n + Z_{тр(пер)} + Z_{n(монтаж)} + Z_{n(демонтаж)} + Z_{n(проч.)},$$

где $Z_{тр(пер)}$ – затраты на перебазирование передвижного ЦБЗ на новое место (транспорт, погрузочно-разгрузочные операции), руб.;

$Z_{n(монтаж)}$ – затраты на монтаж (постройку) передвижного ЦБЗ, руб.;

$Z_{n(демонтаж)}$ – то же на демонтаж, руб.;

$Z_{n(проч.)}$ – прочие затраты, связанные с ремонтом машин и оборудования, устройством временных фундаментов, коммуникаций (вода, сжатый воздух, электросеть), руб.

Поскольку передвижные ЦБЗ быстрее могут быть введены в эксплуатацию, следует учитывать эффект от ускорения ввода:

$$\Delta_{ув} = E_n \cdot K_n T_{ст} - T_n$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности (0,14);

K_n – капитальные вложения в передвижной ЦБЗ;

$T_{ст}$ – запланированный (нормативный) срок работ;

T_n – то же, при строительстве передвижного ЦБЗ.

2. Выбор расположения ЦБЗ

Одной из основных и важных задач при проектировании ЦБЗ является выбор места для площадки.

При выборе площадки для ЦБЗ необходимо учитывать расчетную стоимость 1 м³ бетонной смеси франко-потребитель, которая должна быть минимальной.

От расположения площадки существенно зависят:

- условия доставки на завод исходных материалов;
- средняя дальность доставки смеси потребителям;
- снабжение ЦБЗ электроэнергией, водой, теплоносителями (газ, мазут);
- возможность использования существующего жилого фонда для обслуживающего персонала и др.

При выборе места расположения ЦБЗ помимо общих требований, предъявляемых к площадкам производственных дорожных предприятий, необходимо учитывать также, что цементобетонная смесь должна быть уложена до начала ее схватывания и, следовательно, она может находиться в пути строго определенное время. Это время не должно превышать для дорожного портландцемента (начало схватывания 2 часа) определенных нормативов и быть строго увязана с дальностью транспортирования.

Поэтому расстояние от ЦБЗ до места укладки смеси выбирается в зависимости от скорости транспортирования, т.е. принимается во внимание марка автомобиля и ровность дороги.

Радиус действия передвижного ЦБЗ зависит, в первую очередь, от

продолжительности транспортирования готовой смеси (ЦБЗ) без ухудшения ее качества:

$$L_{\text{ЦБЗ}} = v_{\text{ac}} T$$

где T – допустимая продолжительность транспортирования до начала схватывания, час;

v_{ac} – скорость движения автомобилей-самосвалов, км/ч.

Когда дальность возки $L_{\text{ЦБЗ}}$ оказывается чрезвычайно большой и грозит преждевременному схватыванию смеси, целесообразно использовать заводы сухой смеси в комплексе с автобетоносмесителями для приготовления бетонной смеси в пути или на месте укладки, используя передвижные бетоносмесители на гусеничном или колесном ходу.

Для решения вопроса о целесообразности перебазирования мобильного ЦБЗ необходимо сравнить затраты на перевозку цементобетонной смеси на дорогу и стоимость перебазирования предприятия.

Выбранная площадка для ЦБЗ должна иметь достаточно низкий уровень грунтовых вод с хорошим водоотводом при минимуме планировочных и земляных работ. По отношению к ближайшему населенному пункту ЦБЗ следует располагать с подветренной стороны для господствующих ветров (роза ветров) и отделять от жилых районов санитарно-защитной зоной. По сравнению с АБЗ она может быть меньше, но не менее 100 м.

3. Разработка генерального плана ЦБЗ

При решении генерального плана ЦБЗ руководствуются такими же требованиями, что и при проектировании генплана любого производственного предприятия, но с учетом специфики, зависящей от свойств исходных материалов, в частности, цемента.

Одним из главных вопросов при разработке генплана ЦБЗ является снабжение водой. Предпочтительнее всего (прежде всего экономически) воду получать от существующих систем водоснабжения. При их отсутствии источником воды могут служить артезианские скважины, озера и реки, вода которых удовлетворяет требованиям соответствующих нормативных документов.

Для создания резерва и необходимого напора воды на территории ЦБЗ устраивают водонапорную башню.

Сжатый воздух для ЦБЗ получают от передвижных компрессорных станций.

Пар получают от паровых котлов и передвижных парообразователей.

При выборе месторасположения котельной следует учитывать:

- возможность удобной и простой подачи пара потребляющим точкам;
- необходимость наличия склада для хранения 1-1,5 месячного запаса топлива;

- организацию наиболее целесообразного способа подачи топлива со склада в котельную. При использовании жидкого топлива (мазута) необ-

ходимо предусмотреть его подогрев.

Оценку экономической эффективности работы ЦБЗ определяют по той же методике, что и для АБЗ. Необходимо лишь учесть особенность производства и технологию приготовления цементобетонной смеси.

Схема генплана притрассового ЦБЗ – на рис. 11.1.

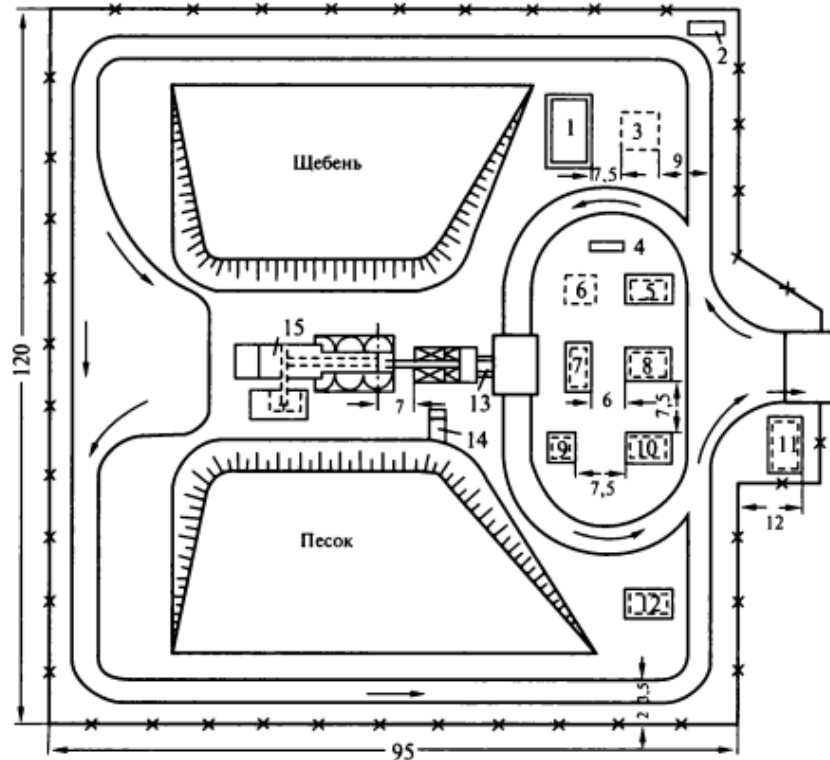


Рис. 11.1 Генплан притрассового бетонного завода:

1 – цистерна с топливом; 2 – туалет; 3 – навес для хранения топлива; 4 – пожарный щит; 5 – лаборатория; 6 – контора; 7 – передвижная электростанция; 8 – душ и гардероб; 9 – компрессор; 10 – ремонтная мастерская; 11 – контора и проходная; 12 – материальный склад; 13 – бетоносмесительная установка; 14 – погрузчик; 15 – склад цемента

Схема генплана прирельсового ЦБЗ – на рис. 11.2.

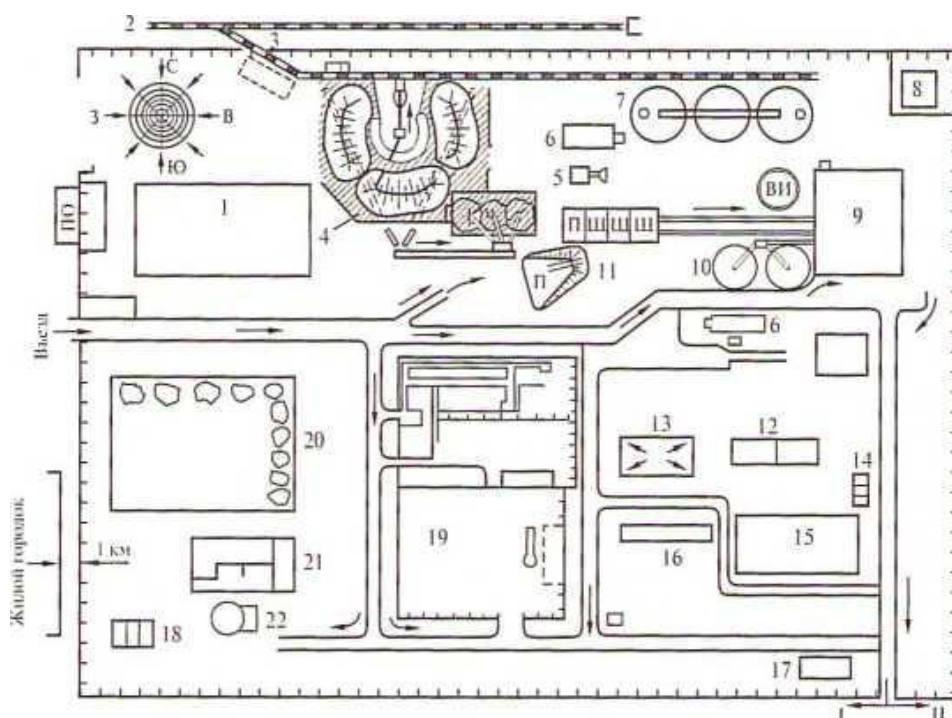


Рис. 11.2. Генеральный план ЦБЗ:

1 – склад топлива и масел с заправочными колонками; 2,3 – железная дорога; 4 – склад щебня; 5 – одноковшовый погрузчик; 6 – компрессор; 7 – силосный склад цемента; 8 – трансформаторная подстанция; 9 – смесительный цех; 10 – расходные силосы цемента; 11 – бункера-питатели; 12 – медицинский пункт; 13 – диспетчерская; 15 – контора; 16 – лаборатория; 17 – охрана; 18 – туалет; 19 – гараж; РММ; 20 – площадка отдыха; 21 – душ и гардероб; 22 – котельная; ПО – сарай пожарной охраны.

4. Склады исходных материалов для приготовления цементобетонных смесей и механизация погрузочно-разгрузочных работ

На ЦБЗ организуют склады щебня (гравия), песка, цемента, топлива, масел, различных добавок.

4.1. Склад щебня

Склад щебня предназначен для хранения его нормативного запаса.

Склады различаются по вместимости и способу разгрузки.

Разгрузку щебня, доставляемого на ЦБЗ железнодорожным транспортом, осуществляют гравитационным способом (под действием силы тяжести) или сталкиванием.

При больших объемах наиболее эффективна гравитационная разгрузка из саморазгружающихся вагонов-думпкаров, при обычных – из автомобилей-самосвалов.

При гравитационном способе, являющемся наиболее простым, заполнители выгружают путем:

- наклона кузова или опрокидывания вагона;
- через люки полувагона (бункерного типа);
- используют также платформоопрокидыватели.

Следует учитывать, что в полувагонах, оборудованных люками, остатки невыгружаемых материалов достигают 15-20 %. Для полной их выгрузки

требуется дополнительные устройства (малая механизация) или ручная очистка.

Способ сталкивания применяют для выгрузки материала с платформ устройствами с подвижными щитами. Для выгрузки сыпучих материалов из полувагонов применяют самоходные разгрузчики, рабочим органом которых является элеватор с подгребающими шнеками.

В зимнее время влажные сыпучие материалы смерзаются, что затрудняет их выгрузку из железнодорожных полувагонов и платформ. Для восстановления сыпучести применяют метод рыхления, при котором используются различные устройства для простого или виброударного рыхления.

Подачу заполнителей со склада в бетоносмесительный цех осуществляют ленточными конвейерами и самоходными одноковшовыми погрузчиками на пневмоколесном ходу.

Склады заполнителей подразделяются на ряд типов, среди которых предпочтение следует отдавать складам силосного типа (особенно на автоматизированных ЦБЗ).

Силосно-кольцевая схема склада щебня, гравия, песка применяется на заводах стационарного типа.

Расчетная вместимость склада (V) зависит от суточного расхода материалов (Q_c) и нормативного запаса хранения (n_3 сут), определяемого дальностью перевозок заполнителя,

$$V = Q_c \cdot n_3.$$

Согласно строительным нормам и правилам, нормативные запасы на складах ЦБЗ принимают в зависимости от дальности расположения камнедробильных заводов (КДЗ):

- при дальнем расстоянии (1000 км) – 30 сут;
- при среднем (500 км) – 20 сут;
- при близком (50-100 км) – 8 сут.

Зная норму запаса материалов, рассчитывают тип склада и площадь, которую он занимает.

Наиболее сложными на ЦБЗ являются склады цемента, его разгрузка, подача на склад и в дозировочно-смесительный цех.

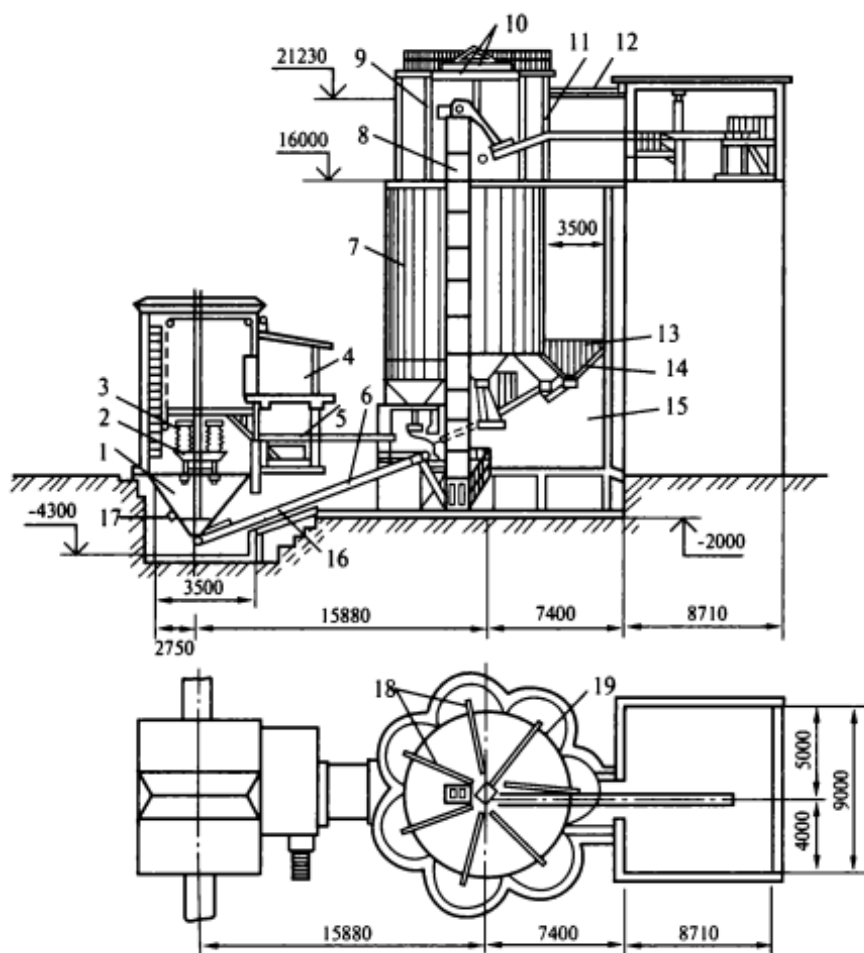


Рис. 11.3. Силосно-кольцевой склад:

1 – приемный бункер; 2 – люк подъемника; 3 – бурофрезерный рыхлитель; 4 – пульт управления; 5 – погрузчик платформы; 6 – галерея ленточного конвейера; 7 – силосы; 8 – ковшовый элеватор; 9 – надсилосное отделение; 10 – ручная таль; 11, 16 – ленточные конвейеры; 12, 13, 14 – галерея ленточного конвейера; 15 – подсилосное помещение; 17 – вибратор; 18, 19 – распределительные конвейеры.

4.2. Склады цемента

Правильно организованное хранение цемента и его перемещение на ЦБЗ оказывают значительное влияние на себестоимость бетонной смеси. Это объясняется высокой стоимостью цемента: она составляет около 75 % , от общей стоимости необходимых материалов.

На каждую партию цемента для потребителя прилагается заводской паспорт. Хранение цемента следует осуществлять строго по сортам: это дает значительный экономический эффект, так как при смешивании сортов приходится вести расчет на низший сорт.

Складское хозяйство должно быть организовано таким образом, чтобы каждый сорт и марка цемента с указанием завода-изготовителя хранились в отдельных бункерах или силосах склада.

Склады цемента подразделяют на:

– капитальные склады-элеваторы, выполненные из стали и железобетона (силосы);

- инвентарные сборно-разборные;
- передвижные.

Склады цемента также различают по способу перегрузочных устройств:

- механические (элеваторы, шнеки);
- с пневматическим перемещением.

Конвейеры (даже закрытые кожухом) не эффективны из-за пыления и потерь цемента и их не рекомендуется использовать на ЦБЗ.

Современный эффективный и более экономичный способ хранения цемента – в стальных силосах цилиндрического типа.

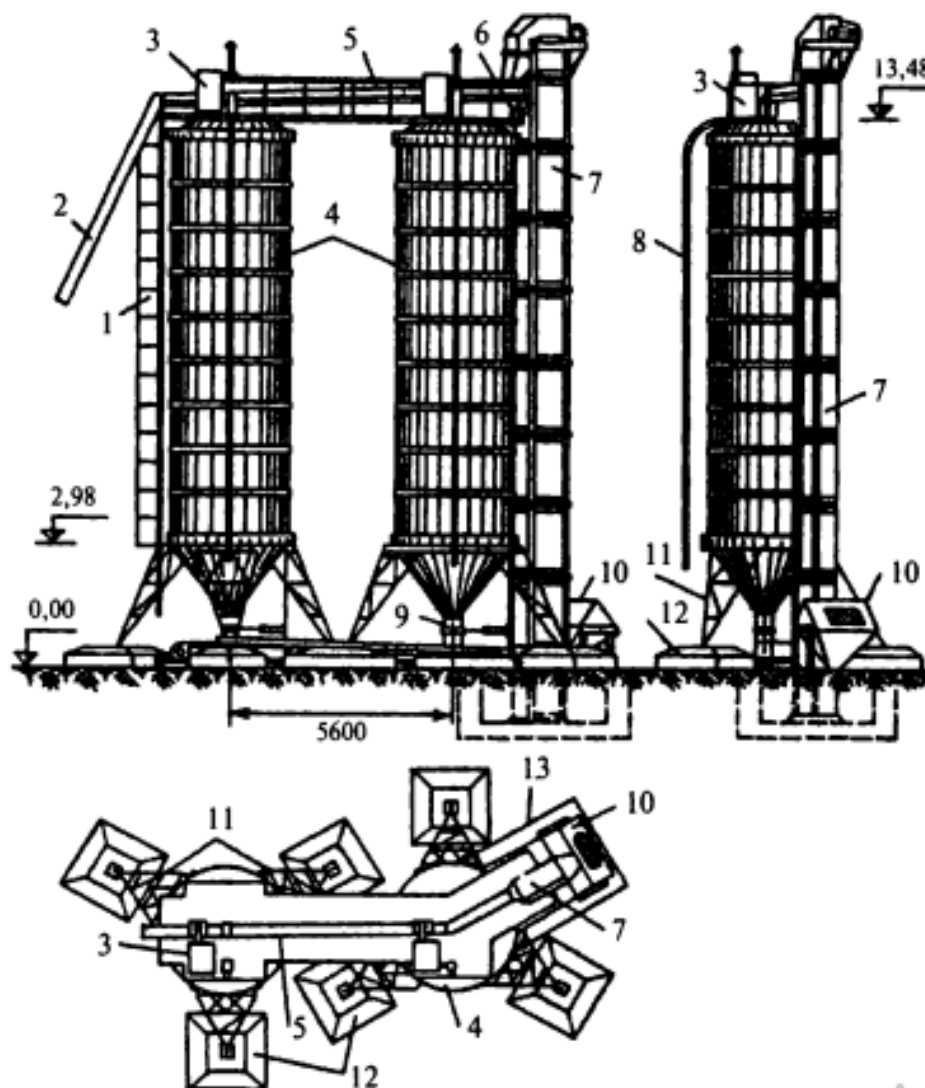


Рис. 11.4. Инвентарный притрассовый склад цемента емкостью 200 т:
 1 – лестница; 2 – труба; 3 – фильтр; 4 – силосы; 5 – аэрожелоб; 6 – вентилятор;
 7 – элеватор; 8 – труба для загрузки силосов; 9 – затвор; 10 – приемный бункер
 для разгрузки автоцементовозов; 11 – стальные опоры; 12 – опорные
 железобетонные плиты; 13 – блок железобетонного приемка.

Силосы представляют собой металлические банки диаметром 3 м. Их перевозят целиком, устанавливают на фундаментные плиты из сборного железобетона, укладываемые на землю без заглубления. Выгрузка цемента производится пневмонасосами или эрлифтами.

Промышленность выпускает силосные склады в комплекте с

пневмо- транспортным устройством.

Типовые притрассовые склады цемента изготавливают вместимостью 200, 240, 400 и 720 т, а автоматизированные крупные прирельсовые склады – вместимостью 1100, 2500, 2700 и 4000 т.

Силосные склады состоят из отдельных круглых силосов (банок) диаметром 3-10 м, высотой 5-20 м и емкостью от 100 до 1000 т каждый. Силосы устраивают из железобетона, металла. Количество силосов зависит от общей емкости хранения и марок цемента и изменяется от 2 до 12. Для удобной разгрузки цемента днище силоса устраивают с углом наклона 55-60 град, а при применении аэрации – не менее 15 град.

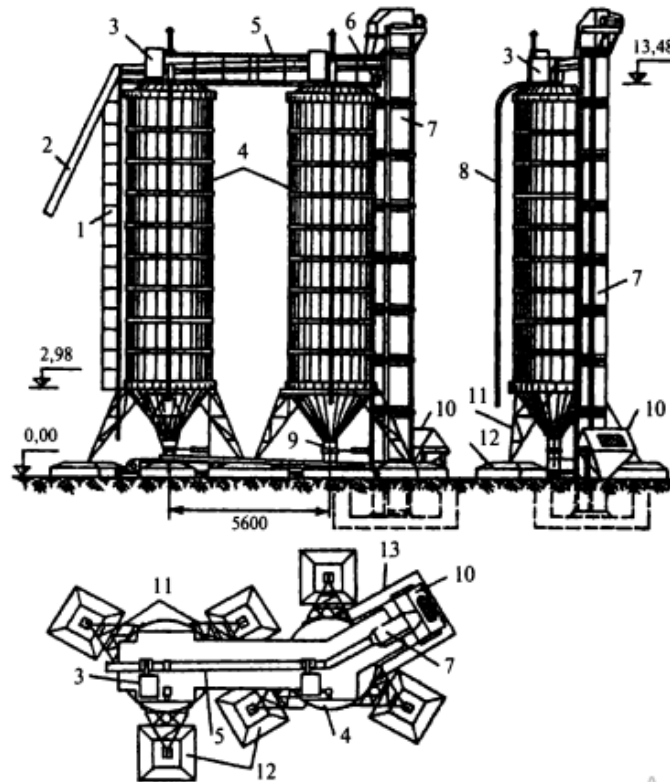
В соответствии с классификацией самих ЦБЗ, силосные склады цемента также делятся на прирельсовые и притрассовые.

Прирельсовые силосные склады могут быть передвижного типа (емкостью до 200 т) и стационарного – до 6000 т. Срок службы передвижных прирельсовых складов в одном месте – 1-2 года. Их монтируют из сборно-блочных конструкций, продолжительность монтажа – 2-3 месяца. Доставку цемента на склад осуществляют железнодорожным транспортом.

Притрассовые склады цемента бывают только передвижными, емкостью не менее 100 т. Запас цемента на складах пополняется ежедневно автоцементовозами. Длительность монтажа таких складов — 5-7 суток, металлоконструкции устанавливают на фундаментные плиты, укладываемые на поверхность земли.

На рис. 6.5 показан передвижной склад цемента, состоящий из двух силосов емкостью 100 т каждый. Силосы металлические перевозят целиком или отдельно от днища. Их монтируют на три опорные железобетонные плиты, укладываемые на поверхности земли без заглубления.

Цемент загружают в силосы из автоцементовозов.



Актии

Рис. 11.5. Инвентарный притрассовый склад цемента емкостью 200 т:
 1 – лестница; 2 – труба; 3 – фильтр; 4 – силосы; 5 – аэрожелоб; 6 – вентилятор;
 7 – элеватор; 8 – труба для загрузки силосов; 9 – затвор; 10 – приемный бункер
 для разгрузки автоцементовозов; 11 – стальные опоры; 12 – опорные
 железобетонные плиты; 13 – блок железобетонного приямка.

При хранении значительных запасов цемента можно строить более мощные притрассовые передвижные силосные склады (рис. 11.6), имеющие 4-6 банок общей емкостью от $4 \times 60 = 240$ т до $6 \times 120 = 720$ т.

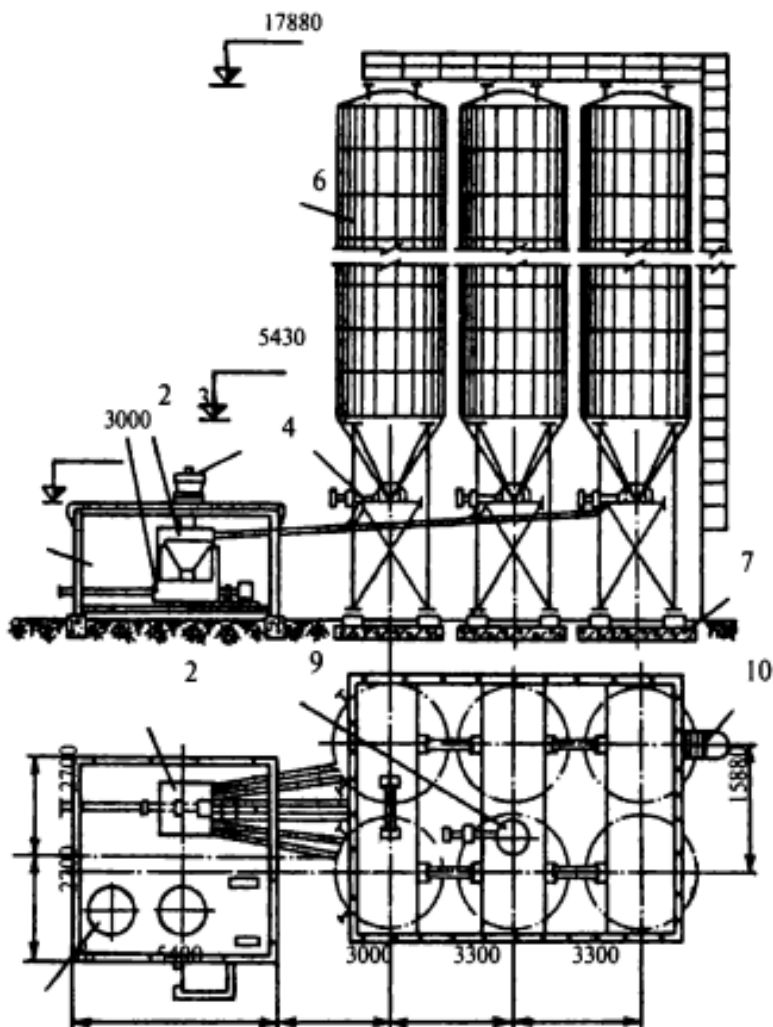


Рис. 11.6. Инвентарный притрассовый склад цемента емкостью от 240 до 720 т: 1 – насосно-фильтровое помещение; 2 – пневмонасос; 3 – собирательный бункер; 4 – фильтр; 5 – донный пневморазгрузатель; 6 – силосы; 7 – поверхностные железобетонные опорные плиты; 8 – фильтры для обезвоживания сжатого воздуха; 9 – рукавный фильтр; 10 – лестница.

Основными технико-экономическими характеристиками складов цемента являются:

- число силосов;
- вместимость (емкость) складов;
- годовой грузооборот;
- удельные энергозатраты;
- трудоемкость хранения 1 т цемента.

Для дорожных организаций при небольших работах удобен передвижной склад цемента вместимостью 25 т (рис. 11.7).

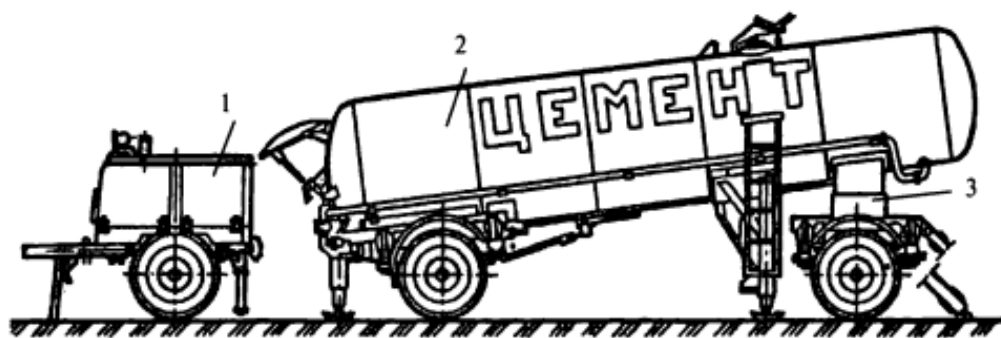


Рис. 11.7 – Передвижной склад цемента

Такой склад подходит при строительстве сельскохозяйственных дорог низших технических категорий и называется приобъектным. Его загружают из автоцементовозов с пневматической разгрузкой.

Склад состоит из цилиндрической цистерны 2, установленной под углом 7 градусов к горизонту и передвижного компрессора 1 (ротационного вакуум-компрессора с приводом). У цистерны имеется аэроднище и специальное разгрузочное устройство 3. Аэроднище представляет собой два аэрлотка. Перемешают такой склад-цистерну в прицепе к грузовому автомобилю или тягачу.

Разгрузку цемента из крытого вагона производят установками всасывающего и всасывающе-нагнетательного действия.

Крытые вагоны имеют много недостатков: при перевозке в них цемента образуются большие потери, увеличивается вероятность его увлажнения, довольно сложная механизация разгрузки. Учитывая высокую стоимость и дефицит цемента, по-видимому, от этого способа перевозки следует отказаться.

Более эффективны вагоны-цистерны вместимостью 60 т с пневморазгрузкой цемента (рис.11.8). Принцип действия основан на свойстве аэрированного цемента «вытекать» из цистерны подобно жидкости и далее в струей сжатого воздуха перемешаться по трубопроводу в склад.

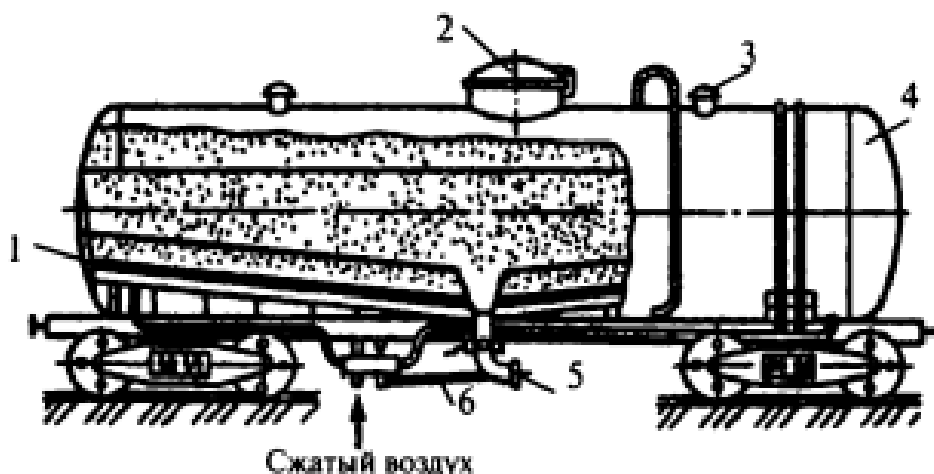


Рис. 11.8 – Железнодорожный вагон-цементовоз с пневматической разгрузкой:

1 – аэролоток с пористой перегородкой; 2 – смотровой люк с крышкой; 3 – загрузочный патрубок; 4 – цистерна; 5 – разгрузочный патрубок с дроссельным краном; 6 – продувочная форсунка.

Доставка автоцементовозами эффективна на расстояние до 300 км. Автоцементовоз – это цистерна с пневморазгрузкой, установленная на шасси грузового автомобиля или автоприцепа.

Принцип действия автоцементовоза с пневморазгрузкой состоит в разрыхлении цемента сжатым воздухом, проникающим в цистерну через пористую перегородку аэроустройства, перемещении его по аэроустройству к разгрузочному патрубку и транспортировании по шлангу и трубопроводу под действием сжатого воздуха на склад в силосы. Имеются автоцементовозы, которые могут производить самозагрузку со склада цемента.

К внутризаводскому транспорту цемента относят пневмовинтовые насосы и подъемники, используемые для транспортирования цемента по трубам. Дальность подачи в сумме по горизонтали и вертикали – 200-400 м, высота подачи – 20-36 м.

Пневмовинтовой насос устанавливают под силосом, откуда аэрированный цемент под действием собственной массы поступает в приемную камеру. Здесь он захватывается быстровращающимся напорным шнеком и подается в смесительную камеру. В этой камере есть сопла, через которые от компрессора поступает сжатый воздух, он разрыхляет цемент и перемещает его к потребителю.

К внутризаводскому транспорту относят камерные насосы и аэрожелоба.

Аэрожелоб представляет собой трубопровод прямоугольного сечения, составленный из двух коробов – верхнего и нижнего, между которыми помещена воздухопроницаемая микропористая керамическая или мягкая перегородка. В нижний канал, являющийся воздухопроводом, нагнетают сжатый воздух, а в верхний (транспортный люк) через загрузочный патрубок подают цемент.

Насыщенный сжатым воздухом цемент, проходя через пористую перегородку, приобретает текучесть и перемещается по лотку, установленному к горизонтальной плоскости под углом 5-7 градусов. Необходимое давление для транспортирования цемента 0,005 МПа.

Лекция №12

Цементнобетонные заводы (часть 2)

1. Технология приготовления цементобетонных смесей и растворов.

2. Особенности работы ЦБЗ зимой.

3. Контроль за приготовлением бетонной смеси.

4. Автоматизация технологических процессов.

5. Экономическая эффективность автоматизации ЦБЗ.

6. Охрана труда.

1. Технология приготовления цементобетонных смесей и растворов

1.1. Технология приготовления цементобетонных смесей

Технологический процесс включает:

- приемку и хранение исходных материалов;
- подачу их в бетоносмесительный цех завода;
- приготовление и выдачу смеси потребителям.

Приготовление смесей - основной технологический процесс на ЦБЗ. Он состоит из следующих операций:

- сортировка каменных материалов на фракции;
- дозирование каменных материалов и цемента;
- перемешивание каменных материалов с цементом, водой и химическими добавками.

На стройках получили преимущественное распространение стационарные утепленные бетоносмесительные заводы башенного типа с прирельсовыми складами заполнителей и цемента.

Стационарные заводы сооружаются строительными организациями по типовым проектам, разработанным на основе комплектов технологического оборудования, выпускаемого машиностроительными заводами.

В комплект оборудования бетонного завода входят:

- устройства для приема исходных материалов;
- расходные бункера, содержащие кратковременный запас материалов;
- дозировочное оборудование;
- смесители и устройства для подачи готовой смеси.

Исходные материалы перемешивают в бетоносмесителях циклического и непрерывного действия. Главный показатель бетоносмесителя циклического действия – объем готового замеса, а непрерывного действия - производительность по готовой смеси.

У смесителей циклического действия процесс приготовления смеси представляет собой цикл последовательно чередующихся операций. При этом дозируют по массе определенные дозы компонентов смеси, соответствующие вместимости смесителя. Отдозированные материалы поступают в смеситель, где они смешиваются строго установленное время.

В установках непрерывного действия операции дозирования,

смешивания и выдачи готовой смеси совершаются одновременно. Смесь отдозированных компонентов непрерывно поступает в смеситель, где перемешивается установленное время и непрерывным потоком выходит из смесителя.

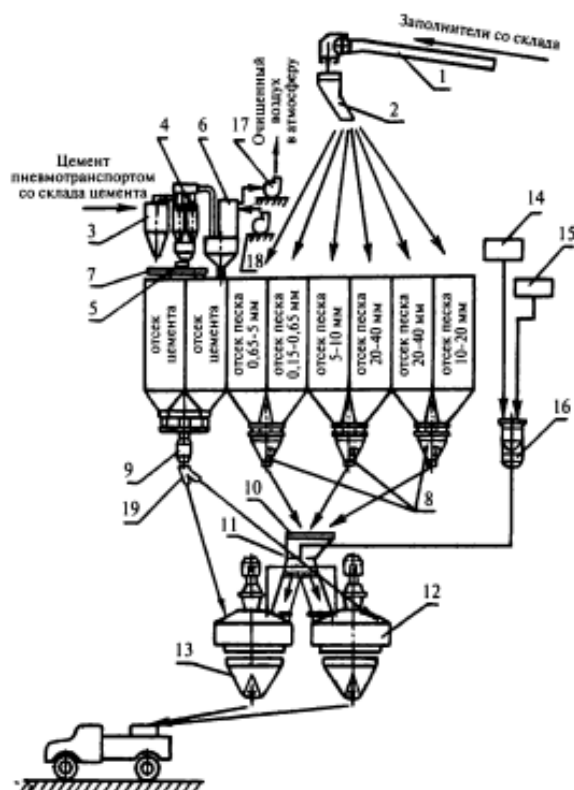


Рис 12.1 Технологическая схема бетонного завода:

1 – ленточный конвейер; 2 – поворотная воронка; 3 – циклон; 4 – фильтр; 5 – приемная воронка; 6 – фильтр; 7 – винтовой конвейер; 8 – дозаторы заполнителей; 9 – дозатор цемента; 10 – распределительное устройство для заполнителей; 12 – бетоносмеситель; 13 – бункер-копильник; 14 – бак для воды; 15 – бак для жидких добавок; 16 – дозатор воды; 17, 18 – вентиляторы; 19 – распределительное устройство для цемента.

Для приготовления жестких смесей (с низким водоцементным отношением) применяются смесители принудительного действия и вибросмесители производительностью 6, 7 и 8,5 м³/ч.

Продолжительность перемешивания зависит от емкости бетоносмесителя и составляет, например, для емкости 300 л – 60 с, а для 1600 л – 150 с.

Нормативными документами допускается дозирование только по массе, причем погрешность не должна превышать $\pm 2\%$ для цемента и воды и $\pm 3\%$ для заполнителей.

По компоновке оборудования различают ЦБЗ башенного и партерного типа.

На рис. 12.2 приведены их схемы. На рис. 12.3 дан разрез бетонного завода башенного типа

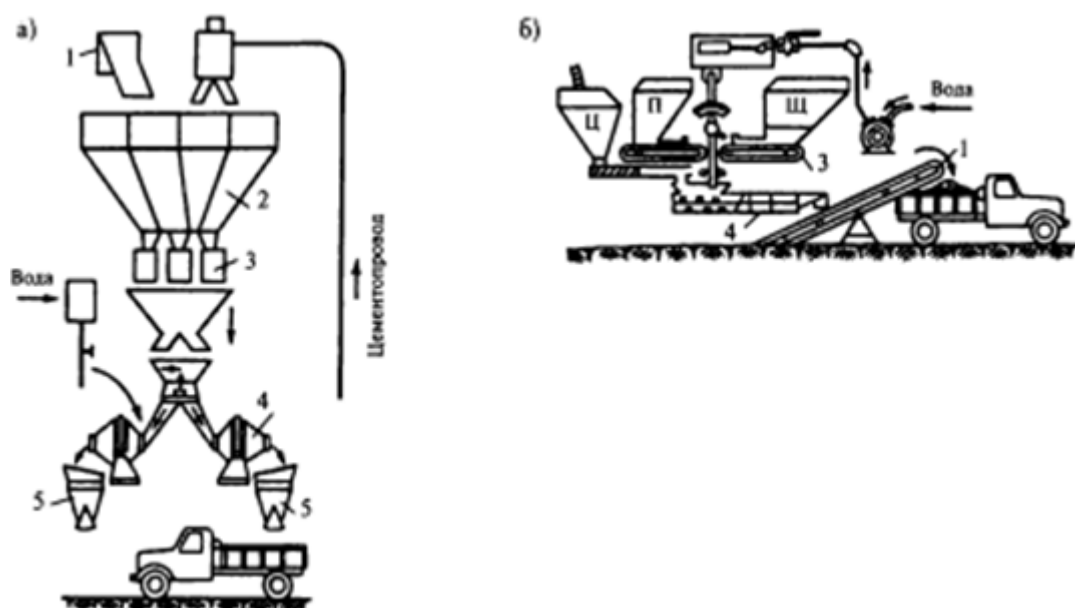


Рис. 12.2 Компоновка цехов ЦБЗ в вертикальной плоскости:
 а – вертикальная одноступенчатая; б – партерная двухступенчатая;
 1 – ленточный транспортер; 2 – расходный бункер; 3 – дозаторы;
 4 – бетономеситель; 5 – накопительный бункер с затвором.

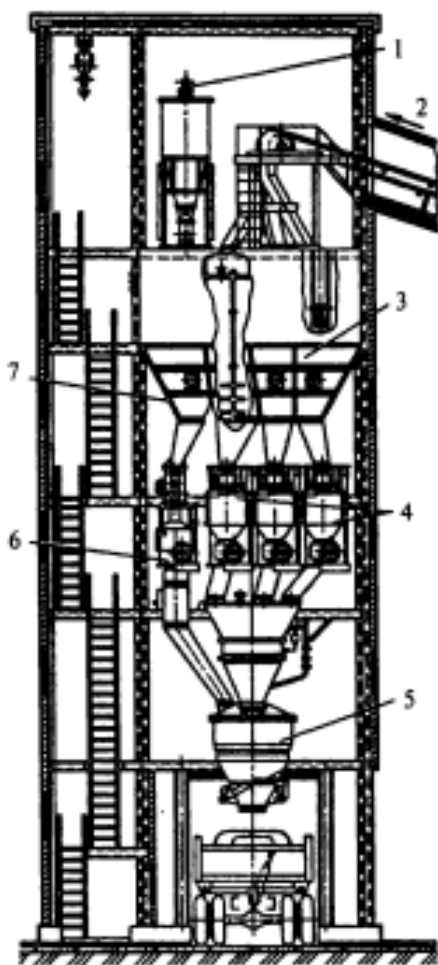


Рис. 12.3. Бетонный завод башенного типа:
 1 – бак для воды; 2 – ленточный конвейер;
 3 – бункер заполнителей; 4 – дозаторы
 заполнителей; 5 – бетономешалка;
 6 – дозатор цемента; 7 – бункер цемента.

Эффективность перемешивания смеси зависит от ряда факторов, среди которых важное место занимает способ перемешивания.

Применяют три способа перемешивания:

- свободное (гравитационное);
- принудительное;
- вибрационное.

При свободном способе компоненты смеси, захватываемые лопастями, укрепленными на внутренних стенках барабана, непрерывно падают с высоты. Поскольку минеральные частицы смеси имеют разные крупность и массу, то при их падении возникают импульсы неодинаковой кинетической энергии, что обуславливает хорошее качество перемешивания.

В способе принудительного перемешивания компоненты смеси перемешаются по более сложным траекториям, вызываемым интенсивным вращением лопастей смесителя. При таком способе достигается хорошее качество перемешивания жидких смесей.

В случае виброперемешивания компоненты смеси подвергаются вибрированию. При этом смесь под влиянием тиксотропных процессов переходит в разжиженное состояние. Поэтому виброперемешивание даже очень жестких смесей обеспечивает их однородность.

Вибрация в данном способе может создаваться самим барабаном смесителя, либо его вибрирующими лопастями. Интенсификация перемешивания смеси достигается также вибрированием с помощью вмонтированных в мешалку вибраторов.

В результате виброперемешивания прочность цементобетона при сжатии повышается на 20-25 %, при изгибе – на 10-20 %.

Значительную роль в достижении качества перемешивания играет последовательность подачи компонентов:

- вначале перемешивают щебень с частью воды;
- после их предварительного перемешивания вводят цемент;
- затем подают оставшееся количество воды.

Различные химические добавки вводят с водой. Продолжительность перемешивания сокращается, если вначале щебень, песок и цемент перемешивают сухими, а потом добавляют воду.

Если продолжительность перемешивания будет уменьшаться на 10 % и больше, прочность цементобетона заметно снизится.

Для получения качественной смеси при использовании заполнителей мелкой фракции время перемешивания увеличивают на 20-30 %.

1.2. Приготовление цементобетонной смеси в автобетономешалках в пути

В некоторых случаях при малых объемах работ цементобетонную смесь можно готовить в автобетономешалках в пути или непосредственно на месте ее укладки.

В этом случае ЦБЗ превращается в заводы по дозированию только

сухой смеси.

Сохраняются все узлы ЦБЗ. Но при этом отсутствуют мешалки в смесителях: они только дозируют компоненты бетонной смеси. Отдозированная смесь подается в автобетономешалки. Производительность дозировочной установки сухой смеси около $40 \text{ м}^3/\text{ч}$.

1.3. Транспортирование бетонных и растворных смесей

С ЦБЗ смеси доставляют потребителям автомобилями-самосвалами, автобетоносмесителями или автобетоновозами.

При перевозке смесь защищают от дождя, высушивания, а также от возможности вытекания цементного раствора.

При перевозке смеси на дальние расстояния и по плохой дороге смесь расслаивается, поэтому подвижные смеси в транспортных средствах, не имеющих побуждения, перевозят не далее 10 км по хорошей дороге и до 3 км – по плохой.

Крайне нежелательна перевозка бетонных смесей (особенно подвижных) в автосамосвалах. В этом случае помимо расслаивания происходит расплескивание смеси через борт, а также вытекание через щели заднего борта мелких компонентов смеси и, главное, наиболее ценной компоненты смеси – цементного молока. Практика показывает, что при неблагоприятном сочетании факторов, влияющих на утечку бетонной смеси (высокая подвижность смеси, плохие дороги, изношенные кузова), потери смеси при перевозке автосамосвалами могут достигать 3-3,5 %.

Перевозка на большие расстояния требует применения транспортных средств, предотвращающих расслоение и потери – автобетоновозов с побуждением и автобетоносмесителей.

Известны два типа бетоновозов: с гравитационным и принудительным побуждением.

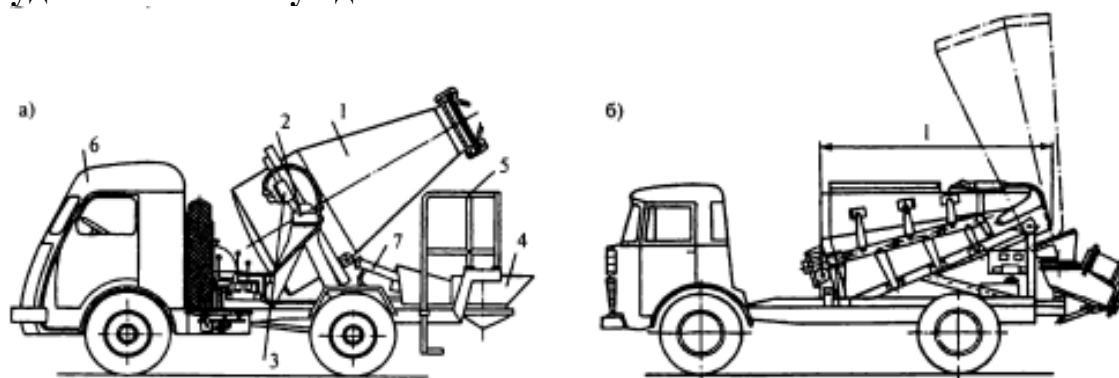


Рис. 12.4. Автобетоновоз с принудительным побуждением:

а – в работе; б – в транспортном положении; 1 – смесительный аппарат; 2 – рама барабана; 3 – гидравлический привод; 4 – разгрузочная воронка; 5 – рабочая площадка; 6 – базовый автомобиль; 7 – гидравлические цилиндры.

У первых имеется удлиненный вращающийся барабан, ось вращения которого может поворачиваться. Побуждение перевозимой смеси происходит при вращении барабана, а разгрузка – путем его опрокидывания.

Вращение смесительного барабана с частотой 3-4 об/мин в пути предотвращает расслоение смеси. При этом вместимость барабана используют

на 80 %.

Автобетоносмесители (автобетономешалки) используют для приготовления бетонной смеси в пути следования от ЦБЗ до места укладки. На ЦБЗ их загружают отдозированными частями смеси и водой (или водой с химическими добавками).

Эти же машины, которые по конструкции не сложнее обычных бетоновозов с побуждением, могут служить как для доставки готовых смесей, так и для перевозки отдозированных сухих компонентов смеси на дальние расстояния (дальность перевозки сухих компонентов практически не ограничена).

Автобетоносмеситель представляет собой гравитационный смеситель, установленный на шасси автомобиля. Общий вид автобетоносмесителя показан на рис. 12.5.

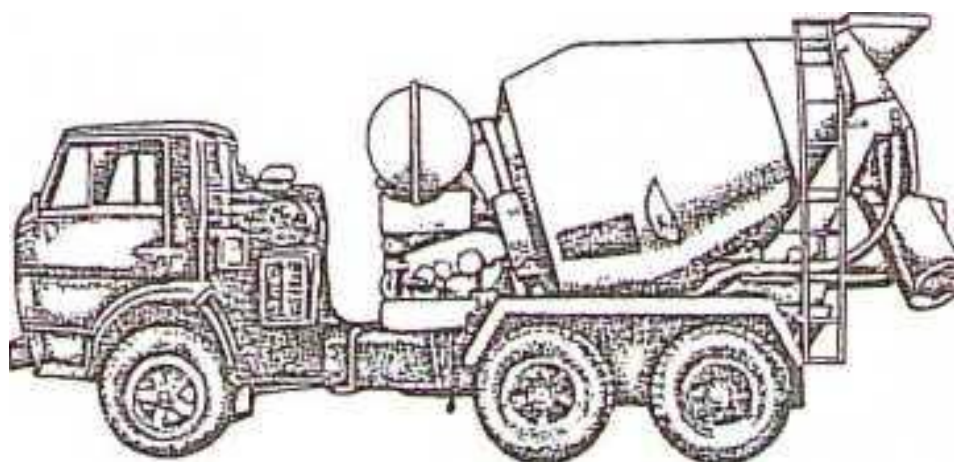


Рис. 12.5. Автобетоносмеситель

Автобетоносмеситель состоит из:

- смесительного барабана;
- загрузочно-распределительного устройства;
- привода барабана;
- водяного бака с системой подачи воды;
- системы управления барабаном.

Перемешивание и побуждение происходит при вращении барабана по часовой стрелке со стороны привода. Потoki смеси направляются винтовыми лопастями от загрузочного отверстия к днищу. Для выгрузки готовой смеси барабан поворачивается и смесь направляется винтовыми лопастями от днища к разгрузочной горловине.

Скоростью вращения барабана можно регулировать темп разгрузки автобетоносмесителя от 0,1 м³ до 1 м³ в минуту.

По зарубежным данным экономически оправданным является применение автобетоносмесителей при дальности возки 20-25 км. В условиях США считается целесообразным использовать автобетоносмесители при перевозке бетонной смеси от ЦБЗ на расстояние 60-80 км.

В настоящее время выпускаются отечественные автобетоносмесители емкостью 2,5-3,5 м³ на шасси автомобилей МАЗ, КрАЗ, КамАЗ.

2. Особенности работы ЦБЗ зимой

Часто возникает необходимость круглогодичной работы ЦБЗ, расширения возможности строить дороги с цементобетонным покрытием в зимнее время. Круглогодичное использование ЦБЗ позволяет существенно повысить использование его технологического оборудования.

Для работы ЦБЗ зимой требуется подогревать компоненты смеси, что способствует более интенсивному нарастанию прочности бетона.

Заполнители (щебень, песок) должны иметь в момент загрузки их в смеситель положительную температуру (40-60 °С), а вода затворения – не ниже 25 °С.

Наибольшая допустимая температура смеси на выходе из бетоносмесителя в зависимости от вида цемента обычно составляет 35°С при использовании портландцемента и 25°С при использовании глиноземистого цемента.

Воду и заполнители подогревают при помощи пара, а цемент подается неподогретым.

Для ускорения твердения смеси и понижения температуры замерзания в нее вводят растворы хлористых солей.

При приготовлении на ЦБЗ теплых смесей в зимнее время добавляются технологические операции:

- восстановление сыпучести смерзшихся каменных материалов;
- подогрев щебня, песка, воды;
- приготовление водных растворов хлористых солей.

3. Контроль за приготовлением бетонной смеси

Тщательный и систематический контроль за приготовлением бетонных смесей - обязательные условия получения бетона с заданными физико-механическими свойствами.

Этот контроль осуществляет заводская лаборатория, которая проверяет:

- качество применяемых исходных материалов (входной контроль);
- правильность их дозирования;
- режимы перемешивания;
- качество готовой смеси и свойства отформованных из нее образцов цементобетона.

Особое внимание уделяется основному компоненту смеси – цементу. Для проверки цемента, взятого из разных мест вагона или склада, отбирают несколько проб, тщательно их перемешивают и направляют в лабораторию на испытание.

4. Автоматизация технологических процессов

На современных ЦБЗ основные технологические операции автоматизированы.

Контролируются следующие операции и свойства материалов:

- скорости движения лент конвейеров;
- давление сжатого воздуха;
- температура подогрева зимой воды, заполнителей и готовой смеси;
- уровни заполнения бункеров и силосов;
- массы дозируемых и транспортируемых материалов;
- влажность заполнителей;
- жесткость или подвижность получаемых смесей;
- время и последовательность включения транспортирующих машин и смесителей.

Степень автоматизации зависит, прежде всего, от мощности ЦБЗ и имеющихся средств для ее реализации.

Автоматизация повышает качество готовой продукции благодаря точности протекающего технологического процесса, уменьшает риск его сбоев; обеспечивает безопасность труда и улучшает условия работы обслуживающего персонала.

5. Экономическая эффективность автоматизации ЦБЗ

Она определяется рядом факторов, из которых наиболее важным является сокращение численности обслуживающего персонала, что резко снижает фонд заработной платы.

В общем виде экономия выражается в виде (руб./год):

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{ц}} + \mathcal{E}_{\text{эл}} + \mathcal{E}_{\text{пщ}} + \mathcal{E}_{\text{св}} + \mathcal{E}_{\text{зп}} - A + P K_{\text{авт}}$$

где:

$\mathcal{E}_{\text{ц}}$ – экономия цемента;

$\mathcal{E}_{\text{эл}}$ – экономия электроэнергии;

$\mathcal{E}_{\text{пщ}}$ – экономия песка и щебня;

$\mathcal{E}_{\text{св}}$ – экономия сжатого воздуха;

$\mathcal{E}_{\text{зп}}$ – экономия фонда заработной платы;

$A + P$ – амортизационные отчисления и расходы на обслуживание средств автоматизации;

$K_{\text{авт}}$ – капитальные вложения в средства автоматизации.

Годовой экономический эффект от автоматизации:

$$\mathcal{E}_{\text{га}} = \mathcal{E} - E_{\text{н}} K_{\text{авт}}$$

где $E_{\text{н}}$ - нормативный коэффициент сравнительной эффективности.

Срок окупаемости капитальных вложений на автоматизацию

$$T_{\text{авт}} = K_{\text{авт}} / \mathcal{E}$$

6. Охрана труда

При приготовлении бетонной смеси необходимо соблюдать правила безопасности, установленные для данного ЦБЗ.

Для защиты окружающей среды от цементной и каменной пыли все конвейеры, а также погрузочно-разгрузочные узлы линий необходимо закрывать плотно закрытыми кожухами, подключенными к системе вытяжной вентиляции с фильтрами. Это же требование относится и ко всем дозирующим устройствам.

Над воронкой загрузки сухих материалов в смесителе устраивают вытяжной зонт.

При транспортировании сухих смесей ленточными транспортерами необходимо устраивать через них переходные мостики с перилами.

Паровые и воздушные линии, а также пневматические устройства можно ремонтировать только после их отключения.

Все металлические части конструкции должны быть заземлены.

Электрические сети должны иметь автоматическую защитную блокировку.

Лекция №13

Заводы и полигоны для изготовления бетонных и железобетонных изделий (часть 1)

1. Назначение и классификация предприятий для изготовления бетонных и железобетонных изделий.

2. Состав заводов и полигонов.

3. Технология изготовления изделий.

1. Назначение и классификация предприятий для изготовления бетонных и железобетонных изделий

При строительстве автомобильных дорог широко применяют детали и узлы конструкций мостов и труб, линейных зданий и сооружений из сборного железобетона и бетона. Эти сборные элементы изготавливают на специальных предприятиях дорожных организаций.

Предприятия по производству бетонных и железобетонных изделий делятся на заводы и полигоны.

Заводами называют предприятия, на которых основные технологические процессы выполняют в закрытых помещениях (цехах). Заводы, как правило, создают для централизованного снабжения группы строек типовыми деталями и конструкциями. Они обслуживают потребителей в радиусе 500-600 км. Мощность заводов железобетонных изделий (ЗЖБИ) составляет 20-50 тыс. м³ и более изделий в год.

К полигонам относят предприятия, на которых в закрытых помещениях приготавливают только бетонную смесь и заготавливают арматуру, а все остальные процессы — формование, твердение и отделку изделий — осуществляют на открытых площадках, стендах или в камерах пропаривания ямного типа, расположенных на открытом воздухе. Полигоны — менее мощные предприятия — 5, 10, 15 тыс. м³ и более изделий в год.

На полигонах применяют агрегатную и иногда частично стендовую организацию производства, что позволяет выпускать продукцию в широком ассортименте, включая крупные конструкции (фермы, плиты и др.).

Полигоны могут быть специализированными самостоятельными предприятиями и находиться в составе завода железобетонных изделий (ЗЖБИ).

Организация полигонов при ЗЖБИ весьма оправдана, поскольку появляется возможность разгрузки завода от изготовления мелких разнотипных изделий, специализируя его основные цехи на выпуск массовой и однотипной продукции.

Устройство полигонов не требует значительных капитальных затрат, что позволяет значительно увеличить производительность таких предприятий со сравнительно низкой себестоимостью выпускаемой продукции.

Бетонную смесь и требуемую арматуру полигоны получают от ЗЖБИ.

Организация полигонов экономически оправдана при малых объемах производства разнотипной продукции.

Заводы железобетонных конструкций разделяются на:

- стационарные;
- полустационарные;
- передвижные (инвентарно-разборные).

Стационарные ЗЖБИ имеют мощное тяжелое оборудование, устанавливаемое на массивных фундаментах, здания цехов, сооружения капитального типа.

Полустационарные ЗЖБИ позволяют демонтировать оборудование и перевозить его на новую площадку строящегося здания сборно-разборной конструкции.

Передвижные ЗЖБИ имеют легко трансформируемое оборудование на трейлерах, а помещения – в виде вагончиков на колесах.

2. Состав заводов и полигонов

Заводы железобетонных изделий включают следующие основные подразделения:

- склады арматурной стали;
- склады заполнителей;
- склады цемента;
- цех по приготовлению добавок;
- бетоно- и растворосмесительные установки;
- цехи формования и твердения бетона (пропарочные камеры);
- арматурный цех со складом готовых сеток и каркасов;
- склады готовой продукции.

Кроме основных объектов, заводы и полигоны имеют ряд вспомогательных цехов и служб:

- цех изготовления и ремонта опалубки (форм);
- цех ремонтно-механический (ремонт оборудования, инструмента и приспособлений); котельная;
- склад жидкого топлива и масел;
- газораспределительная станция;
- трансформаторная подстанция;
- лаборатория и заводоуправление.

Заводоуправление вместе с жилым городком располагают за пределами завода на расстоянии санитарной зоны 1-2 км.

3. Технология изготовления изделий

Технологии изготовления железобетонных изделий на заводе и полигоне почти не отличаются (различие лишь в объемах производства изделий). Часто ЗЖБИ называют центральным полигоном в отличие от собственных полигонов, обслуживающих объекты дорожно-строительных трестов.

Главной частью заводов и полигона являются технологические линии формования изделий.

Склады материалов и изделий, бетоносмесительный узел, опалубочное и арматурное отделения располагают так, чтобы обеспечить удобство транспортных операций на полигоне или заводе.

3.1. Способы производства изделий на полигонах

Известно два вида технологической организации работы полигонов: **стендовая и поточная (агрегатная)**. Их особенности отражены в таблице.

Таблица – Особенности стендовой и поточной организации работы полигонов

<i>Стендовая схема</i>	<i>Поточная (агрегатная) схема</i>
Особенности схемы	
<i>Неподвижность изделий в течение всего периода изготовления. Технологическое оборудование для выполнения отдельных операций последовательно перемещается от одного изготавливаемого изделия на стенде к другому. Изделие перемещается только один раз – при транспортировании на склад готовой продукции</i>	<i>Изготовление изделий на специализированных рабочих постах, в формах. Каждый пост оборудован неподвижно установленными машинами и приспособлениями в соответствии с назначением поста. Формы перемещаются при помощи различных подъемно-транспортных средств от поста к посту, каждая независимо одна от другой, прерывисто, с разными интервалами</i>
Формование изделий	
<i>На месте – на стенде (на открытых площадках, в ямах или в матрице)</i>	<i>В специальном цехе</i>
Тепловая обработка изделий	
<i>На месте – на стенде переносными средствами (колпаки, закрывающиеся ямные камеры и др.); затем распалубка на месте и транспортирование на склад готовой продукции</i>	<i>В камерах пропаривания или электропрогрева — в неподвижном положении; затем откатка, распалубка на специальном месте и транспортирование на склад готовой продукции</i>
Условия применения	
<i>На дорожных полигонах недолговременного типа. Экономически целесообразны на полигонах с производительностью до 10-15 тыс. м³ в год</i>	<i>На дорожных централизованных полигонах районного значения и при длительном (многолетнем) пребывании на одном месте. Экономически целесообразны на полигонах с производительностью</i>

Стендовый способ

При стендовом способе производства изделия изготавливают в неподвижных, в неперемещающихся формах, твердеют они на месте формования.

В процессе формования и до приобретения бетоном необходимой прочности, изделия остаются на месте, в то время как технологическое оборудование и обслуживающие его рабочие перемещаются от одной формы к другой.

Стендовый способ обеспечивает выпуск изделий широкой номенклатуры при сравнительно несложной переналадке оборудования.

Хотя стендовый способ требует больше производственной площади, чем агрегатный, он наиболее приемлем при изготовлении предварительно напряженных конструкций.

Производительность технологического цикла в стендовом производстве зависит главным образом от длительности выдерживания изделий на стенде для приобретения ими необходимой прочности (обычно 1-2 суток).

Агрегатный способ

Агрегатный (поточный) способ показан на рис. 13.1.

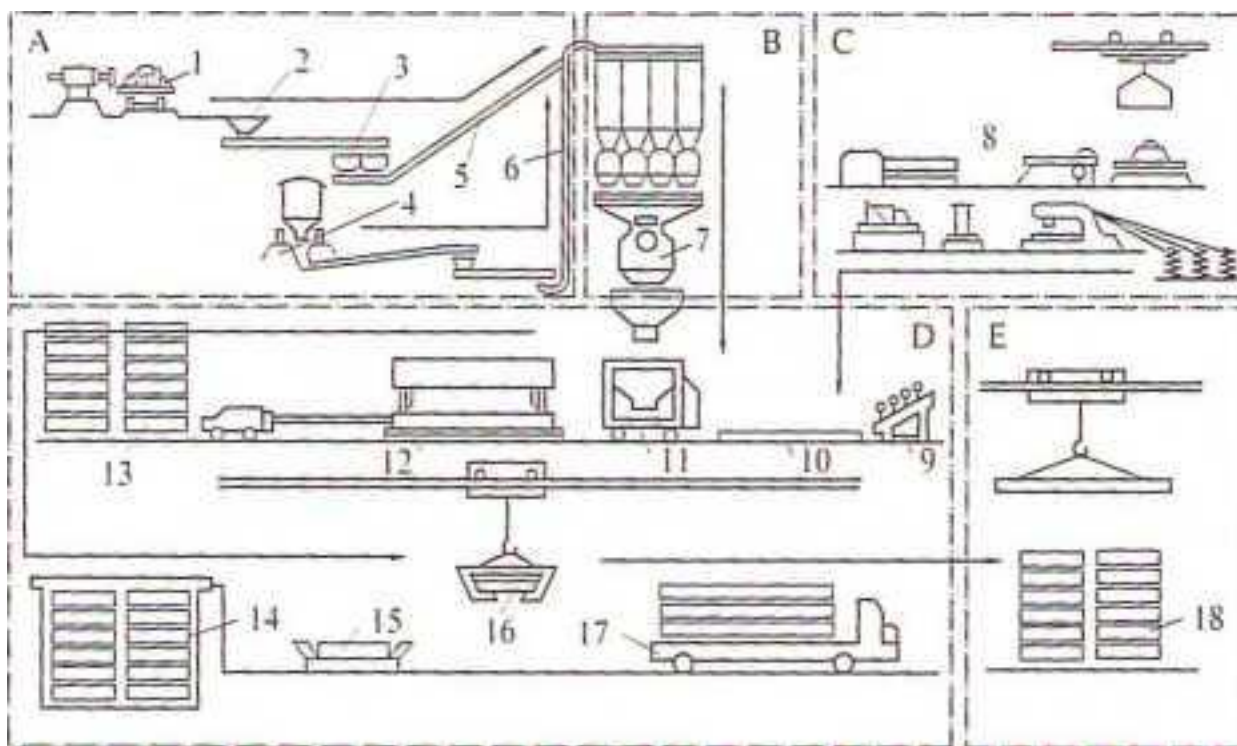


Рис. 13.1. Технологическая схема изготовления железобетонных изделий поточно-агрегатным способом:

А – зона хранения заполнителей бетонной смеси; В – зона приготовления бетонной смеси; С – зона изготовления арматурных каркасов; О – зона формирования и обработки ЖБИ; Е – зона хранения и выдачи готовых изделий; 1 – пост разгрузки заполнителей; 2 – приемные бункера; 3 – накопительные бункера; 4 – пост разгрузки; 5 – транспортная галерея; 6 – пневмоподача цемента; 7 – бетоносмесительный цех; 8 – оборудование для производства; 9 – агрегат для термического напряжения арматуры; 10 – пост армирования; 11 – самоходный бетоноукладчик; 12 – агрегат для формирования изделий; 13 – зона выдержки изделий; 14 – промежуточный склад; 15 – транспортирование ЖБИ; 16 – подъем и транспортирование изделий; 17 – самоходная тележка; 18 – склад готовых ЖБИ.

При агрегатной технологии форма с изделием передается от одного технологического поста к другому, проходя ряд последовательных операций.

Основным технологическим оборудованием являются виброплощадки различной грузоподъемности. Внутри цеха формы и изделия транспортируют мостовым краном и кран-балками. Для ускорения твердения отформованные изделия подвергают тепловой обработке в пропарочных камерах или электронагревом.

Поточно-агрегатная технология изготовления изделий включает

следующие операции:

- очистка форм и оснастки от цементной пленки и приставших затвердевших частиц раствора;
- сборка форм (если она разъемная); смазка рабочих поверхностей формы;
- укладка в форму арматуры (стержней, каркасов, сеток) и закладных деталей;
- при изготовлении предварительно напряженных изделий – укладка и натяжение арматурных стержней;
- подача формы на формовочный пост (заполнение ее бетонной смесью);
- снятие оснастки (при немедленной распалубке);
- подача формы в камеру пропаривания;
- термовлажностная обработка изделия;
- извлечение формы с изделием из камеры пропаривания и подъем ее на участок распалубки и остывания изделия;
- декоративная отделка по затвердевшему бетону (если она предусмотрена);
- осмотр изделия, исправление небольших дефектов, приемка ОТК; транспортирование на склад готовой продукции.

При производстве однотипной массовой продукции наиболее эффективен вариант агрегатного способа – конвейерный.

При **конвейерном способе** технологический процесс расчленен на элементарные процессы, которые одновременно выполняют на отдельных рабочих местах. Форма и изделие перемещаются от одного рабочего места к другому, каждое обслуживает закрепленное звено. **Формы с изделиями перемещаются по потоку не кранами, а конвейерами (роликовыми, ленточными, где ленты могут быть формами-матрицами, рельсовыми, по которым передвигаются формы-вагонетки на колесах).**

Основные операции, материалы и устройства, применяемые на полигоне:

- транспортирование цементобетонной смеси;
- формы для изготовления изделий;
- арматура и технология армирования;
- заполнение форм и уплотнение смеси;
- вибропрокат;
- тепловлажностная обработка изделий и другие методы прогрева (инфракрасный, электроподогрев).

3.2. Транспортирование цементобетонной смеси

При каждом ЗЖБИ или самостоятельном полигоне создают бетоносмесительные цехи. Они обеспечивают бетонной смесью цеха по приготовлению бетонных и железобетонных изделий.

Смесь перемещают ленточными транспортерами, раздаточными вагонетками, самоходными бетонораздатчиками, с помощью кранов, автомобилей-самосвалов, пневматическим транспортером.

Смесь из бетоносмесителя попадает в нагнетатель под давлением 6-7

кг/см² и далее проталкивается по бетоноводу, который собирают из звеньев труб длиной 3 и 6 м, соединяемых накладными быстроразъемными замками.

Питатель (нагнетатель) – это сварной цилиндрический резервуар. Сжатый воздух поступает в верхнюю его часть через ресивер. Поскольку бетонная смесь выходит из трубопровода под давлением и со значительной скоростью, ее принимают в гаситель. Это обеспечивает безопасные условия труда и предотвращает разбрызгивание смеси.

Из гасителя смесь уже без напора (под действием собственной массы) поступает в форму, помещенную на виброплощадке.

3.3. Формы

Основное назначение форм – обеспечить получение изделий заданных точных размеров, с гладкой лицевой поверхностью, не требующей дополнительной обработки.

Форма должна быть прочной и жесткой, что необходимо для ее длительной эксплуатации. Наиболее надежны металлические формы, оборачиваемость которых до профилактического ремонта достигает 30-50 раз, а до полной амортизации 800-1000.

Элементы формы (днище, стенки, вкладыши) должны плотно примыкать друг к другу, что исключает вытекание раствора в процессе формования.

При правильной эксплуатации формы должны тщательно очищаться после извлечения из них изделий, а также периодически подвергаться планово-предупредительным ремонтам.

Для смазки форм применяют: цементно-масляную эмульсию (одна весовая часть отработанного масла, одна весовая часть цемента и 0,3÷0,4 весовых части воды), а также другие составы, содержащие органические маслянистые компоненты.

На 1 м² поверхности форм расходуют 60-70 г смазки. Предварительно формы должны быть полностью очищены стальными щетками от остатков бетона, грязи и пыли.

Все металлические формы маркируют несмываемой краской, что облегчает их использование при изготовлении изделий.

3.4. Арматура и технология армирования

Стоимость арматуры составляет около 25 % общей стоимости железобетонных изделий.

К изготовлению арматурных сеток и каркасов предъявляются высокие требования.

Арматурные изделия на заводах выполняют в арматурных цехах завода или арматурных мастерских полигона.

По технологии изготовления различают арматуру горячекатаную стержневую и холоднотянутую проволочную. По профилю стержни бывают гладкие и периодического профиля (обеспечивают повышенное сцепление с бетоном).

Технология изготовления арматурных изделий из обычного железобетона состоит из основных этапов:

– предварительной обработки арматурной стали (ее очистки, правки,

резки, стыкования, гнутья);

- заготовки арматурных элементов из проволоки и стержней, изготовления закладных деталей;

- сборки арматурных сеток и каркасов.

Очистка необходима для обеспечения прочности сварки стали и лучшего сцепления с бетоном. Арматуру очищают от грязи, окалины и коррозии электрическими вращающимися стальными щетками.

Арматурную сталь правят и режут на специальных автоматических станках.

Для более эффективного использования несущей способности стали и экономии металла арматуру дополнительно обрабатывают: упрочняют волочением, холодным сплющиванием и другими способами.

Арматурная сталь диаметром менее 14 мм поступает на заводы в мотках и бухтах, а при большем диаметре – в прутках длиной 6-12 м.

Из ненапрягаемой арматуры изготавливают сетки, плоские и пространственные каркасы. Основная задача армирования – изготовить каркас, пригодный к установке в форму без каких-либо доработок.

Резку прутковой стали и гнутье стержней производят на специальных станках.

Для получения стержней нужной длины (в соответствии с требуемой спецификацией) прутки режут:

- диаметром до 10 мм при небольшом объеме работ – ручными станками;

- диаметром до 70 мм – с помощью приводных автоматических станков.

Арматурные стержни с большими диаметрами режут ацетиленокислородными резаками или керосинорезами.

При изготовлении сеток прутки в местах пересечения соединяют точечной сваркой на сварных машинах, на крупных заводах для этой цели используют многоточечные автоматические сварочные машины, позволяющие сваривать от 4 до 40 пересечений.

Из сеток и плоских каркасов изготавливают пространственные каркасы. Укрупненная сборка и сварка производится с использованием подвесных сварочных машин.

3.5. Армирование изделий из предварительно напряженного железобетона

Преднапряженные железобетонные конструкции (ПЖК) – конструкции, в которых предварительно, т.е. в процессе изготовления или возведения, искусственно создаются первичные напряжения сжатия в бетоне всего сечения или его части при растяжении всей или части арматуры.

Создание предварительного обжатия бетона в растянутых частях конструкции дало возможность одновременно и полно решить три основные проблемы железобетонного строительства:

- 1) снизить расход стали и бетона за счет использования арматуры и бетона высокой прочности;

- 2) значительно уменьшить собственную массу конструкций, особенно при больших пролетах;

3) создать повышенную трещиностойкость и жесткость конструкций.

Предварительно напряженные железобетонные конструкции изготавливаются следующими способами:

- с натяжением высокопрочной проволоки или стержней арматуры до бетонирования и передачей силы натяжения на упоры стенда;

- с натяжением проволоки и стержней после затвердения бетона и передачей силы натяжения на бетон конструкции.

В общем случае ПЖК принято разделять по способу создания собственных усилий по отношению ко времени бетонирования на конструкции с предварительным или последующим натяжением арматуры. Конструкции, в которых арматура натягивается до твердения бетона, называются «конструкциями с натяжением арматуры на упоры», а при натяжении арматуры после твердения бетона – «конструкциями с натяжением арматуры на бетон».

В конструкциях «с натяжением арматуры на упоры» арматуру натягивают и закрепляют на упорах стендов, форм или поддонов. После бетонирования и приобретения бетоном достаточной прочности (порядка 70 % от проектной) арматура освобождается от связи с упорами и, стремясь возвратиться к первоначальному напряженному состоянию, обжимает бетон.

В конструкциях «с натяжением арматуры на бетон» арматуру в виде стержней, проволочных пучков и т.п. располагают в каналах, пронизывающих конструкцию, или во внешних пазах. Для восстановления сцепления арматуры с бетоном и ее защиты от коррозии в каналы, после окончания натяжения и закрепления концов арматуры, нагнетается цементный раствор, т.е. производится инъецирование каналов, а пазы заделываются бетоном.

Натяжение в арматуре контролируется при натяжении на упоры до обжатия бетона, при натяжении на бетон – по окончании обжатия.

В зависимости от условий технологического процесса изготовления и типа конструкций используются следующие способы натяжения арматуры:

– механический;

– электротермический, электротермомеханический;

– и физико-химический.

При натяжении арматуры **механическим способом** наибольшее распространение получили гидравлические домкраты двух типов: одиночного действия и двойного действия с различными тяговым усилием, ходом поршня, размерами и массой. С помощью домкратов одиночного действия выполняется одна операция – натяжение арматуры, домкратов двойного действия – две операции – натяжение арматуры и закрепление в напряженном состоянии.

Электротермический способ натяжения арматуры основан на укорочении нагретых стержней при их охлаждении.

Арматурную заготовку (стержневую, проволочную или прядевую), нагретую электрическим током до требуемого удлинения, фиксируют в таком состоянии в жестких упорах или на торцах затвердевшего элемента. Упоры и

торцы препятствуют укорочению заготовки при остывании, благодаря чему в ней возникают заданные растягивающие напряжения.

Электротермомеханический способ напряжения – это совокупность электротермического и механического способов натяжения, осуществляемых одновременно.

Физико-химический способ натяжения арматуры осуществляется путем применения бетона на напрягающем цементе. Этот способ, весьма перспективный принципиально, за последние 50 лет применяется лишь в опытных конструкциях.

Натяжение арматуры механическим способом наиболее распространено. Его производят до или после затвердения бетона изделия (чаще до затвердения).

При механическом натяжении необходимо соблюдать требования техники безопасности, в частности для предупреждения ударов при обрыве арматуры, при электротермическом - мероприятия по электробезопасности.

Сущность электротермического способа натяжения заключается в удлинении арматуры вследствие ее нагревания при прохождении тока. Нагретая арматура заанкеривается с обеих сторон стенда (формы) и отпускается после затвердения бетона, чем создается напряжение в бетонируемом изделии. Этот способ прост, не требует сложного оборудования, экономичен и получает в последнее время широкое распространение. Нагрев осуществляется до температуры 250-400 °С в течение 2-3 мин током 60-65 В.

Сущность самонапряжения (химического способа натяжения арматуры) заключается в следующем. Бетон изготавливают на расширяющемся цементе. При расширении бетона в процессе твердения происходит натяжение арматуры, которая сама обжимает бетон. Величина натяжения регулируется составом цемента, составом бетона, способом термовлажностной обработки изделия и зависит от коэффициента армирования.

3.6. Заполнение форм и уплотнение смеси

Формование изделий является основным технологическим процессом на ЗЖБИ, во многом определяющим технологию всего завода.

Формование состоит из следующих операций:

- подготовки опалубочных форм;
- установки и закрепления в них арматурных сеток или каркасов;
- укладки смеси;
- ее уплотнения;
- отделки поверхности изделия.

Смесь укладывают в формы и распределяют вручную, бетонораздатчиками или бетоноукладчиками. После укладки в форму смесь уплотняют для придания изделию правильной геометрической формы и получения плотного бетона.

Различают способы уплотнения:

- вибрированием;
- прессованием или прокатом в сочетании с вибрированием или без него;

- центрифугированием.

Основной прием уплотнения бетонной смеси — вибрирование поверхностное и глубинное.

Вибрация – наиболее эффективный метод механизированного распределения, укладки и уплотнения бетонной смеси. Под действием вибрации значительно уменьшается трение и сцепление между частицами заполнителя в смеси, вследствие этого облегчается перемещение частиц и уплотнение смеси. Бетонная смесь превращается из жесткой и малоподвижной в очень подвижную текучую массу, которая быстро заполняет формы.

Основные способы механического воздействия на бетонную смесь с целью ее уплотнения и придания формы – **прессование, вибрирование, вибровакуумирование.**

Воздействие вибрационных импульсов вызывает снижение вязкости и разжижение смеси с одновременным ее уплотнением. **В процессе вибрации уплотнение жестких смесей происходит в две стадии.**

На первой разрушается первоначальная структура смеси. Частицы меняют взаимную ориентацию, перемещаются, контакты между ними нарушаются и под влиянием сил тяжести образуется новая, более постоянная и устойчивая структура. Объем уменьшается вместе с цементным тестом и раствором, действующим как смазка и снижающим внутреннее трение.

На второй стадии бетонная смесь вибрирует как одно целое. Частицы находятся в тесном контакте, незначительное взаимное перемещение возможно лишь в связи с седиментационными процессами и выделением заземленного воздуха, который в этот период придает смеси свойств; упругого тела.

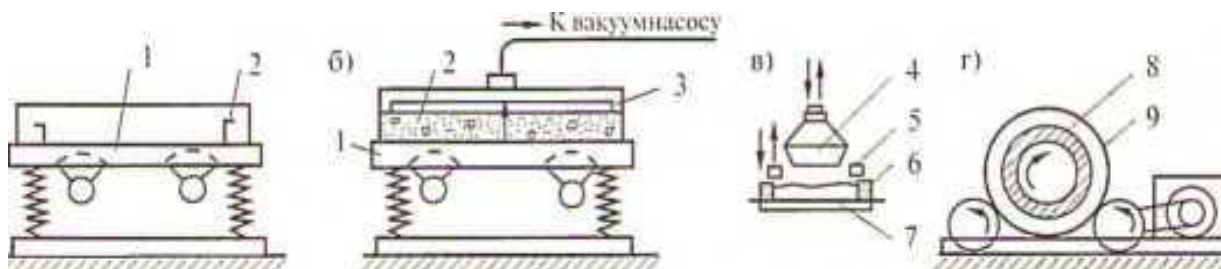


Рис. 13.2. Схемы уплотнения бетонной смеси в изделиях:

а – вибрированием; б – вибровакуумированием; в – вибропрессованием; г – центрифугированием;

1 – вибростол (виброплощадка); 2 – форма; 3 – вакуум-шит; 4 – виброштамп; 5 – прижимная рама; 6 – бортовая оснастка; 7 – поддон; 8 – железобетонная труба; 9 – центрифуга.

Виброштампование – воздействие на бетонную смесь виброштампом, который сочетает функции виброуплотнения, пригрузки и формообразования. Рабочая поверхность виброштампа в зависимости от вида формируемых изделий может быть плоской, рельефной и с пустотообразователями.

Виброформование применяется для изготовления различных железобетонных изделий из жестких смесей. В дорожном строительстве оно широко используется. Жесткие смеси обладают тиксотропными свойствами (разжижение) только при вибрировании.

Различают следующие основные способы виброобработки:

а) поверхностный – при котором колебательные импульсы на смесь

передаются через поверхность, например, плоский вибратор или вибрирующие элементы формы-опалубки (виброформы), т.е. стенки и днища, к которым крепятся вибраторы;

б) глубинный – колебательные импульсы передаются через глубинные вибраторы или вкладыши, погружаемые в смесь;

в) объемный – колебательные импульсы через виброплощадку, на которой устанавливается изделие, передаются всему объему смеси.

В дорожном строительстве виброформование наиболее распространено.

Вакуумирование. Эффективность вибрирования можно повысить вакуумированием. Суть вакуумирования заключается в отсасывании из свежееуложенной смеси воды (до 20 %) и заземленного воздуха. На поверхность бетонного изделия укладывают вакуум-щит, обеспечивающий герметизацию формы. Под щитом с помощью вакуум-насоса создается разрежение до 75-80 % полного вакуума, и вода по шлангам отсасывается из смеси и поступает в водосборник.

Вакуумирование повышает плотность и прочность бетона сразу же после формования, что позволяет выполнять частичную и для некоторых изделий полную распалубку. Достоинством вакуумирования является также то, что подвижную смесь можно подавать сразу к месту формования по трубам с помощью сжатого воздуха или бетононасосов.

Вибропрессование – метод вибрационного формования с одновременным давлением на бетонную смесь – позволяет использовать более жесткие смеси и формировать изделия с профилированной верхней поверхностью.

Вибрирование изделий на виброплощадках с пригрузом повышает эффективность уплотнения бетонной смеси, примерно вдвое сокращает продолжительность уплотнения, обеспечивает получение гладкой поверхности.

Центрифугирование. Для изготовления изделий, имеющих цилиндрическую форму (напорные и безнапорные трубы, бетонные сваи, пустотелые опоры линий электропередачи и другие конструкции кольцевого сечения), эффективно используют способ центрифугирования (рис. 6.30) При помощи центрифугирования возможно изготавливать трубы и другие изделия большой длины, различных поперечных сечений, с различной толщиной стенок и с большой точностью при небольших трудовых затратах.

При центрифугировании бетонную смесь укладывают в цилиндрическую форму, вращающуюся вокруг продольной оси. Под влиянием центробежных сил, развивающихся при вращении формы, происходит уплотнение бетонной смеси и отжатие из нее значительной доли воды. Излишняя вода (с небольшой частью цемента, так называемый шлам) удаляется после завершения центрифугирования. В результате значительно снижается водоцементное отношение, и прочность бетона возрастает на 25-30 % по сравнению с бетоном того же состава при обычном способе уплотнения бетонной смеси.

Изготовленные центрифугированием изделия отличаются большой плотностью и высокой прочностью бетона, малым водопоглощением и водопроницаемостью, повышенным сопротивлением агрессивным воздействиям.

Вибропрокат. Вибропрокатом называют способ уплотнения бетонной смеси одновременным воздействием на нее вибрации и давления при прокате между валками плит под действием пригруза. Вибропрокат повышает прочность бетона при сжатии на 5 % и плотность на 1 %. Вибропрокат осуществляют на прокатных станах (рис. 6.32) по различным технологическим схемам: вибропрокат, силовой вибропрокат и вибропрокат сегментный.

Производство изделий на вибропрокатных станах характеризуется непрерывностью процесса, формированием изделий на движущейся транспортной ленте в сочетании с ускоренной тепловлажной обработкой. Для изготовления бетонных плит сборных покрытий наиболее пригоден силовой вибропрокат. Его технология основана на сочетании уплотнения особо жестких бетонных смесей (30 сек) с одновременным механическим давлением при помощи вибровалков, передающих смеси вибрационные колебания.

Лекция №14

Заводы и полигоны для изготовления бетонных и железобетонных изделий (часть2)

1. Тепловлажностная обработка изделий.

2. Контроль и управление качеством продукции.

3. Склады готовой продукции.

4. Охрана труда и противопожарные мероприятия на ЗЖБИ.

1. Тепловлажностная обработка изделий

Свежеуложенный бетон в нормальных условиях (температура 20+5 °С) набирает проектную марку по прочности через 28 суток. Для получения прочности в более короткие сроки бетон подвергают тепловлажной обработке.

Виды тепловой обработки:

– теповлажностная обработка (пропаривание) – состоит в длительном воздействии на бетонное изделие насыщенного пара при 60-100 °С и относительной влажности среды около 100 %;

– сухой прогрев – длительный подогрев бетонного изделия в воздушной среде;

– автоклавная обработка – при которой на бетонное изделие воздействует пар при 130-180 °С под давлением 8-12 кг/см². Автоклавная обработка дает возможность получить прочность, равную 125-150 % от марки бетона уже через 8-10 ч.

Наиболее распространенным видом тепловой обработки является тепловлажная обработка (пропаривание) в пропарочных камерах. При тепловлажной обработке прочность бетона быстро нарастает, что позволяет через 8-24 ч изделие расформовывать, переносить и перевозить на склады и доставлять к месту работы.

Быстрое нарастание прочности бетона объясняется значительным ускорением хода реакции гидратации цементного зерна под влиянием повышенной температуры и влажной среды. Однако конечный эффект зависит от свойств цементов, подвижности бетонной смеси и режима обработки.

К недостаткам процесса пропаривания изделий относятся длительность процесса и неполное использование цемента.

Для ряда цементов ускоренный период коллоидации (гелеобразования) вызывает недостаточную полноту гидратации клинкерных материалов. Вследствие местных температурных напряжений в изделиях нередко появляются микро- или значительные трещины. После пропаривания бетон набирает прочность 70-80 % от своей марки, и в дальнейшем она не возрастает. Это нежелательные явления и устранять их можно только правильным выбором цементов и режима пропаривания.

Технология тепловлажностной обработки

Этот процесс заключается в воздействии на изделие горячей и влажной средой – воздухом с температурой 60-200 °С и относительной влажностью до

100 %.

В такой среде реакции между минералами цемента и водой протекают в 8-10 раз быстрее. Возникают прочные новообразования и упрочняется структура бетона, что значительно ускоряет твердение бетона.

Тепловлажностная обработка должна обеспечить получение прочности бетона около 70 % проектной или 50-60 % распалубочной, т.е. такой, при которой изделия можно снимать с поддонов форм, прокатных станков и др. Эффективность тепловой обработки оценивается отношением прочности бетона, прошедшего обработку R_0 , к прочности бетона R_{28} твердевшего в нормальных условиях; $R_0/R_{28} = m$.

Продолжительность полного цикла тепловлажностной обработки T (от окончания формования до отгрузки готовых изделий) равна

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5$$

где T_1 – период предварительной выдержки сформованных изделий до начала обработки;

T_2 – период нагрева;

T_3 – период изотермического нагрева;

T_4 – период охлаждения;

T_5 – период выдерживания изделий после тепловлажностной обработки.

Период T_1 необходим при любых способах тепловой обработки. В течение этого периода происходит тепловое формирование многочисленным новообразований бетона. В изделиях, подогреваемых без предварительного выдерживания, происходит преждевременное уплотнение оболочек зерен цемента и замедляется реакция гидратации, что приводит к снижению прочности бетона. Продолжительность T_1 зависит от вида цемента и составляет 1,5-4 ч. С уменьшением водоцементного отношения период T_1 уменьшают.

Период T_2 определяется допустимой скоростью подъема температуры; последняя зависит главным образом от пластичности смеси и массивности изделий. Скорость подъема температуры меньше для пластичных смесей и массивных изделий (не выше 20-25 град/ч) и больше жестких смесей и тонкостенных изделий (не выше 35-40 град/ч). С увеличением толщины изделий скорость подъема температуры несколько снижается.

Продолжительность **периода T_3** зависит от жесткости смеси и температуры изотермического нагрева. С повышением жесткости смеси T_3 , снижается, а с понижением температуры изотермического подогрева t_u , возрастает.

Период T_4 должен быть таким, чтобы при охлаждении изделий можно было избежать образования опасных температурных напряжений. Быстрое охлаждение может вызвать образование трещин и интенсивное движение влаги к остывающей поверхности, что понижает морозостойкость и влагонепроницаемость. Продолжительность T_4 зависит от t_u , жесткости смеси, массивности и толщины изделия. Скорость охлаждения возрастает (T_4

уменьшается) с увеличением жесткости смеси и уменьшается с увеличением массивности и толщины изделий. Максимальная допустимая скорость охлаждения жестких смесей 50-60, пластичных - 30-35 град/ч.

Период T_5 определяется температурой охлаждения изделия (конец периода T_4) и допустимой скоростью остывания изделия (8-10 град/ч).

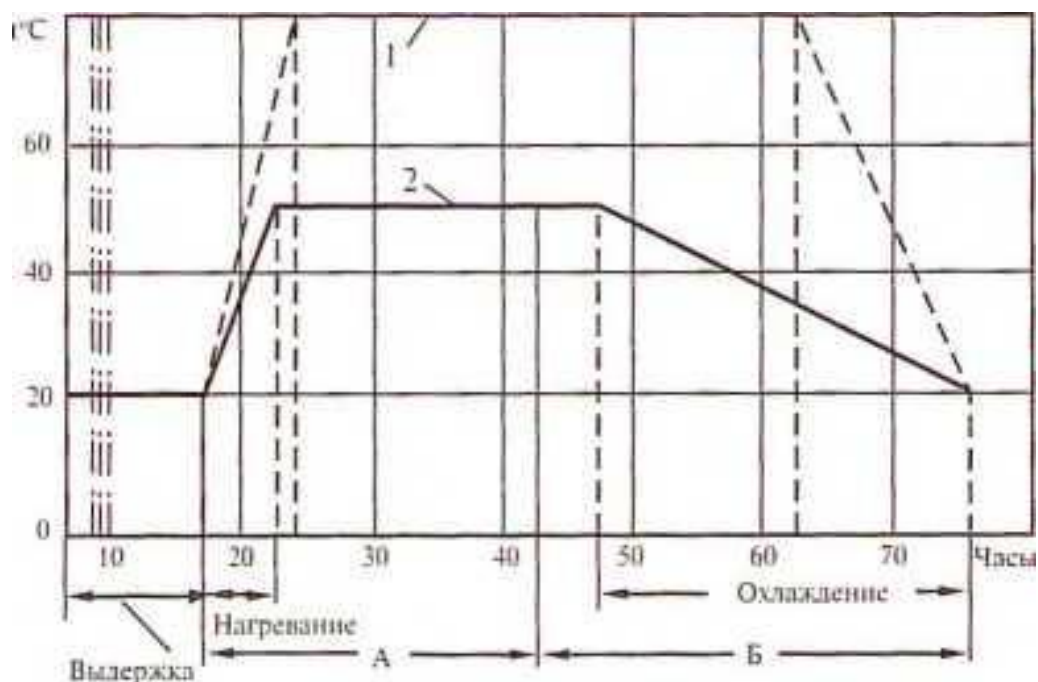


Рис. 14.1. Рекомендуемый режим пропаривания в камерах:

1 — по инструкции; 2 — по рекомендации МИИТа:

А — первая секция камеры пропаривания; Б — вторая секция камеры пропаривания.

Пропаривание, ускоряя твердение, все же несколько снижает конечную прочность бетона. Чем меньше предварительная выдержка и выше температура пропаривания, тем хуже структура бетона и больше потеря прочности.

При быстром остывании изделия возникает значительная разность температур наружного слоя и ядра бетона, которые в сумме с усадочными напряжениями часто превышают предельное сопротивление растяжению, и в изделии появляются трещины, иногда большой длины и глубины.

На рис. 14.1 приведен график режима твердения, рекомендуемого МИИТом, для мостовых конструкций.

Способы тепловлажностной обработки классифицируют по следующим признакам:

– **по источнику тепла** – пропаривание при повышенной ($t > 100^\circ\text{C}$) или пониженной ($t = 50 - 100^\circ\text{C}$) температуре, электроэнергией, различными жидкостями (вода, масло), методом горячего формования;

– **по способу передачи тепла** – непосредственное соприкосновение изделия с теплоносителем, нагрев через поверхность (контактный), излучение, нагрев токами высокой частоты;

– **по давлению среды** – при нормальном и повышенном давлении (автоклавы);

– по режиму – периодический и непрерывный.

Из всех разнообразных способов тепловлажностной обработки наибольшее распространение в дорожном строительстве получило пропаривание изделий при атмосферном давлении и пониженной (50-100°С) температуре. Значительно реже используется автоклавный способ и электропрогрев. Очень редко используется контактный и лучистый подогрев.

Пропаривание изделий заключается в выдерживании отформованных изделий в пропарочных камерах, заполненных паровоздушной смесью определенной температуры.

Прочность изделий определяется режимом пропаривания. Продолжительность периодов T1, T2, T4 и T5 назначается в соответствии с приведенными выше рекомендациями. Температура изотермического прогрева $t_{из}$ принимается равной 60-100 °С.

Инфракрасный нагрев бетонных и железобетонных изделий сокращает срок твердения бетона (ускоряет реакцию образования цементного камня). Установлено, что энергия инфракрасных лучей не меняет характера химической реакции гидратации и образования цементного камня, твердение ускоряется так же, как при тепловом нагреве. Инфракрасный нагрев можно осуществить быстрее, чем при теплопередаче от пара с температурой около 100 °С, как это происходит в обычных камерах пропаривания.

Электроподогрев изделий осуществляют пропуском переменного тока через стальные электроды, которые закладывают в тело изделия или прикладывают к его поверхностям. Энергия электрического тока превращается в тепловую и разогревает изделия, когда ток преодолевает сопротивление свежееуложенного бетона. Главным достоинством электропрогрева является равномерный подъем температуры во всех точках изделия.

В изделиях без арматуры или слабоармированных это позволяет быстро поднимать температуру. Арматура усложняет электропрогрев. Поэтому электропрогрев изделий, насыщенных арматурой, не получил распространения и его используют только в основном в зимних условиях и на полигонах.

Электропрогрев имеет ряд преимуществ: электроды, пропущенные внутрь изделия, улучшают и ускоряют разогрев бетона; отпадает необходимость в специальных пропарочных камерах и сантехнических устройствах; упрощается конструкция устройств для прогрева и средств автоматизации; улучшаются санитарно-гигиенические условия. Но электропрогрев требует повышенного расхода электроэнергии, в среднем 70-80 кВт ч на 1 м³ изделий. Особое внимание следует уделять соблюдению правил электробезопасности.

После тепловой обработки изделия подвергают контролю и направляют на склад.

2. Контроль и управление качеством продукции

Цель контроля качества – это выявление и предупреждение дефектов, а также принятие решений по их устранению.

Основные принципы контроля качества:

1) комплекс мероприятий по наблюдению за осуществлением требований нормативных документов (ГОСТов, СТБ, ТУ);

2) обязательное установление соответствия параметров бетонных и железобетонных изделий предъявляемым к ним требованиям.

Контроль за продукцией ЗЖБИ включает весь технологический комплекс, при котором контролируются:

- поступающие материалы;
- технологические процессы;
- качество готовых изделий.

Контроль поступающих материалов проводится заводской лабораторией в соответствии с требованиями ГОСТов, СТБ, ТУ.

Контроль технологических процессов заключается в проверке:

- длительности и качества перемешивания;
- подвижности и удобоукладываемости смеси;
- качества сварки и монтажа арматурных сеток и каркасов;
- величины напряжения при натяжении арматуры;
- параметров уплотнения смеси;
- температурного и влажностного режима термовлажностной обработки и других операций.

Контроль качества готовой продукции осуществляется в соответствии с государственными стандартами, установленными на тот или иной вид изделия.

Основные систематически определяемые показатели, которые определяют периодически:

- прочность бетона;
- морозостойкость;
- водонепроницаемость;
- трещиностойкость.

При отпуске изделия потребителям проверяют:

- прочность бетона (неразрушающими методами);
- толщину защитного слоя;
- укладку изделий на транспортные средства;
- испытывают контрольные кубы бетона;
- размещение арматуры в готовых изделиях.

Прочность бетона контролируют для всех партий изделий (каждые 50 м³ смеси). Для этого из проверяемой партии сменного объема изготавливают три серии образцов-кубиков. Формование и выдерживание образцов должно быть таким, как при изготовлении изделий.

Эффективны неразрушающие методы определения прочности готовых изделий.

В практике распространен ультразвуковой импульсный метод контроля

прочности изделий. Он основан на измерении скорости распространения ультразвука в бетоне K , которая зависит от динамического модуля упругости E_y , плотности бетона ρ и коэффициента Пуассона μ .

$$V = \frac{E_y}{\rho(1 - \mu^2)}$$

Значение коэффициента Пуассона (V) составляет для бетона и железобетона около 0,15. Следовательно, измеряя V , можно вычислить E_y , а затем и прочность бетона (R_{28}), имея зависимость “ $E_y - R_{28}$ ”.

В практике применяется более простой способ определения прочности с использованием ультразвука. Экспериментально установлено, что V существенно зависит от крупности заполнителя данного бетона. Строят серию экспериментальных кривых $R_{28} = f(V)$ для различных составов бетонов и крупности заполнителя, по которым, исходя из замеренной V вычисляют прочность бетона готовых изделий R_{28} .

Обычно при контроле прочности вычисляют также коэффициент неоднородности прочности изделий :

$$K_n = \frac{R_{cp} - 3\sigma}{R_{28}}$$

где R_{cp} – средняя арифметическая прочность бетона на сжатие, определяемая при числе испытаний данной партии не менее 100;

σ – среднеквадратичное отклонение, вычисляемое по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (R_i - R_{cp})^2}{n - 1}},$$

где R_i – измеренные прочности бетона;

n – число измерений прочности в партии образцов.

Значение коэффициента неоднородности прочности изделий K_n должно быть не ниже 0,75.

В целом система контроля включает органы, методы и средства контроля. Прямая ответственность за качество изделий возложена на непосредственных исполнителей (рабочих, бригадиров, мастеров). При этом основное внимание должно быть уделено операционному контролю технологических процессов, поскольку только точным выполнением всех операций можно устранить дефекты с минимальными затратами труда и материалов.

Основной документ операционного контроля – типовая схема операционного контроля, включающая:

- эскиз конструкции изделия (конструкции) с указанием допустимых отклонений;
- перечень подлежащих контролю операций с указанием, какие из них проверяет мастер и какие ОТК;
- состав контроля (что контролируют);
- способ контроля (как и чем контролируют);

– данные о случаях, когда необходимо привлекать для проведения контроля сотрудников строительных и центральных лабораторий.

Таким образом, контроль качества осуществляют ОТК, лаборатории, мастера и рабочие на своих рабочих местах.

3. Склады готовой продукции

Склады готовой продукции предназначены для хранения изделий, прошедших технический контроль, до их отправки потребителям.

Складские площадки должны быть тщательно спланированы и уплотнены. На них устраивают плотное покрытие с уклоном 10-20 % для стока поверхностных вод.

Хранение готовых железобетонных изделий из тяжелых бетонов осуществляют на открытых площадках, обычно рядом с цехом пропаривания.

Изделия хранят по типоразмерам и назначению.

Короткие изделия укладывают в штабеля горизонтально с опиранием на деревянные инвентарные прокладки толщиной не менее 25 мм, а при наличии в изделии выступающих частей – не менее их высоты.

Каждый штабель должен иметь табличку с указанием количества и типоразмера изделий.

Между штабелями должны быть проходы шириной не менее 0,6 м. Проходы между штабелями в продольном направлении устраивают через два штабеля и не реже, чем через 25 м.

На складах готовой продукции применяют в качестве подъемно-транспортного оборудования мостовые, консольно-козловые, башенные самоходные краны и вилочные автопогрузчики.

Грузоподъемность кранов должна соответствовать наибольшей массе отпускаемых заводом изделий (с учетом коэффициента запаса).

На складах железобетонных изделий целесообразно применять **автоматизированные грузозахватные устройства**, что резко сокращает и делает безопасными эти операции. Снятие стропа вручную занимает до 20 мин, а при автоматизированных грузозахватах – 2 мин.

Проезды устраивают шириной в зависимости от вида применяемых транспортных средств и порядка их движения на складской территории.

Вместимость склада устанавливают по расчету, но, как правило, не менее 15-суточной выработки завода.

Отпуск изделий со склада производят по накладным, погрузку – с участием мастера или заведующего складом.

При выезде со склада должна быть отдельная охрана или совмещенная с общей охраной завода.

Доставка грузов потребителям осуществляется централизованно и на основании заключенных договоров и заявок.

4. Охрана труда и противопожарные мероприятия на ЗЖБИ

На заводах и полигонах железобетонных конструкций следует соблюдать, кроме общих требований, **специфические**.

При смазке форм необходимо работать в рукавицах и защитных очках. Между штабелями следует оставлять разрывы шириной не менее 50 см, между группой штабелей – проходы не менее 1 м. Такое же расстояние должно отделять крайний штабель от габарита транспортных и погрузочных машин. Штабеля мелких изделий должны быть не выше 1,6 м, крупных – 3 м.

Краны, применяемые для погрузочно-разгрузочных работ, можно эксплуатировать только после соответствующей проверки и испытания. Выполнять строповку грузов могут лишь рабочие (такелажники), прошедшие обучение, выдержавшие испытания и получившие удостоверение. Особое внимание нужно уделять состоянию подъемных приспособлений – тросов, петель, траверс, – периодически проверяя их прочность. Нельзя работать на сращенных или связанных тросах без коушей и зажимов. Предельный вес поднимаемого груза не должен превышать паспортной грузоподъемности крана. Нельзя стоять под поднимаемым грузом.

Чтобы устранить вредное воздействие виброоборудования на обслуживающий персонал, ограничивают амплитуду колебаний, изолируют вибромашины и переводят их на дистанционное управление. Безвредны колебания с предельным ускорением 10-40 мм/с² (для частот от 1 до 40 Гц) при скорости колебаний 0,16-0,64 мм/с² (для частот от 10 до 100 Гц). Рабочие обслуживающие вибрационные установки, должны иметь противовибрационные рукавицы и ботинки с утолщенной до 40 мм подошвой из мягкой резины.

Находящиеся под напряжением конструкции и формирующие установки ограждают деревянным или металлическим барьером. Во время электропрогрева никому не разрешается находиться в пределах огражденного участка. Персонал, обслуживающий установку по электропрогреву, проходит инструктаж по охране труда.

Рабочие, обслуживающие пропарочные камеры, должны работать в спецодежде – комбинезоне, рукавицах и головном уборе. Спуск и вход в камеры тепловлажной обработки до их остывания запрещается.

Заводы ЖБИ отличаются значительным выделением тепла и переувлажнением воздуха в производственных помещениях. Основным источником переувлажнения являются пропарочные камеры и автоклавы: Поэтому для достижения улучшения работы и повышения безопасности обслуживания этих устройств применяют средства автоматического регулирования и полной автоматизации управления.

Условия труда значительно улучшаются при устройстве приточно-вытяжной вентиляции, изоляции нагреваемых частей машин, тщательной герметизации камер, паропроводов.

Во всех помещениях устраивают естественную или искусственную

вентиляцию. Для защиты от перегрева рабочие должны иметь защитную одежду, обладающую повышенной воздухопроницаемостью.

Для борьбы с шумом применяют изолирующие кожуха. В больших цехах потолок и стены на 50 % облицовывают акустической (звукопоглощающей) штукатуркой, пористыми плитами, звукоизолируют машины от фундаментов. Индивидуальными средствами защиты от шума служат наушники, ушные заглушки (беруши), шлемы. Для защиты органов дыхания от токсичных газов и паров применяют противогазы и изолирующие дыхательные приборы – респираторы.

При размещении всех зданий и сооружений должны:

– соблюдаться противопожарные разрывы во избежание переноса огня;

– должен быть обеспечен подъезд пожарной машины к любому объекту завода или полигона.

Все пожароопасные цехи, склады и сооружения должны иметь необходимое оборудование, огнетушители, ящики с сухим песком и противопожарное оборудование – ведра, лопаты, багры, брезент и др.

На случай возникновения пожара должна быть разработана и доведена до сведения всех работающих схема эвакуации людей и техники. На этот же случай надо иметь запасные ворота.

Лекция №15

Автоматизация дорожных производственных предприятий (часть 1)

1. Основные положения и средства автоматизации.

2. Автоматизация основных технологических процессов дорожных производственных предприятий.

1. Основные положения и средства автоматизации

Автоматизация дорожных производственных предприятий – основа прогресса в строительстве, ремонте и содержании дорог.

Внедрение средств автоматизации на производственных дорожных предприятиях позволяет:

- повышать производительность труда и качество продукции;
- снижать затраты труда, сырья, электроэнергии и в результате – уменьшать себестоимость продукции;
- улучшать культуру производства, охрану труда.

1.1. Основные положения

Производственные предприятия могут обладать различным уровнем автоматизации, т.е. степенью их оснащённости средствами автоматизации для автоматического контроля и управления технологическими процессами.

Существуют следующие способы автоматизации:

- автоматический контроль качества исходных материалов для изготовления полуфабрикатов и готовых изделий;
- дистанционное управление технологическими процессами с использованием автоматической сигнализации, блокировки и защиты;
- комплексное автоматическое управление всем производственным предприятием (заводы-автоматы).

В зависимости от наличия средств автоматизации у того или иного процесса или всего предприятия в целом, различают следующие уровни их автоматизации:

- частичный;
- комплексный;
- полный.

При частичном уровне автоматизации средства автоматического контроля и управления внедрены только на отдельных операциях (автоматический контроль температуры, влажности, дистанционное управление и др.).

Как правило, частичную автоматизацию внедряют в наиболее трудоемких и дорогостоящих операциях, а также на участках с тяжелыми (вредными) условиями труда.

При комплексном уровне автоматизации все процессы автоматизированы до такой степени, что появляется возможность значительно повысить производительность труда. При этом участие человека сводится лишь к контролю за процессом.

Комплексная автоматизация обеспечивает максимальную производительность оборудования, более полное его использование, интенсификацию производственных процессов, улучшение качества

продукции при снижении себестоимости.

Комплексная автоматизация обычно внедряется при реконструкции производственных предприятий.

При **полной автоматизации** все операции автоматизированы (заводы-автоматы).

Автоматическое управление выполняется с помощью ЭВМ по заданной программе. По мере подачи сырья с различными физико-механическими свойствами, ЭВМ анализирует поступающую информацию (влажность, температуру, зерновой состав и др.) и корректирует процессы в соответствии с заданной программой. Оператор лишь наблюдает за исправностью машин и показаниями на табло.

Полная автоматизация в отличие от комплексной предусматривает и автоматизацию управления производством. При полной автоматизации можно выбрать оптимальный вариант, как отдельных процессов, так и всего производственного цикла предприятия.

Внедрение полной автоматизации требует наибольших затрат, но зато дает максимальный эффект (производительность, качество продукции).

1.2. Средства автоматизации

Автоматизация осуществляется с помощью группы приборов, основными из которых являются следующие:

– **датчики** для измерения температуры, влажности, пластичности, прочности, гранулометрии и др.;

– **промежуточные элементы** - аппаратура, усиливающая сигнал датчиков и передающая этот сигнал на программное устройство;

– **программное устройство** — система, передающая параметры процесса в виде команд на исполнительные механизмы;

– **исполнительные механизмы;**

– **контрольные приборы.**

Датчики. Это приборы (чувствительные элементы), преобразующие параметры технологического процесса (температуру, влажность, массу, скорость вращения лопастей мешалки и др.) в электрический сигнал, который передается на промежуточные элементы.

Датчики по принципу работы делятся на:

– **механические;**

– **тепловые;**

– **электрические;**

– **оптические;**

– **акустические и др.**

Датчики характеризуются верхним и нижним пределом измерений, погрешностью, надежностью и экономичностью работы.

На дорожных производственных предприятиях наиболее распространены механические и тепловые датчики.

Механические датчики. Они используются для измерения:

– скорости движения лент транспортеров, элеваторов и других элементов непрерывного транспорта;

– массы грузов;

- геометрических характеристик грузов (высота, сечение), находящихся на ленте конвейера или транспортера;
- уровня жидкости в емкостях (битума, битумной эмульсии, воды, горюче-смазочных материалов и др.);
- количества сыпучих материалов в бункерах, штабелях, силосах;
- положения в пространстве рабочих органов подъемно-транспортных машин.

Тепловые датчики. Используются для измерения:

- температуры нагрева минеральных материалов (щебня, песка, гравия) и готовых смесей (полуфабрикатов);
- температуры нагрева органических вязущих, воды, эмульсий, топливно-смазочных материалов.

Программные устройства. Это приборы, которые применяются для обеспечения автоматического регулирования последовательности и продолжительности различных операций. Электрические элементы программных устройств настроены на выполнение задания программы в функции конкретных параметров процесса (они имеют различные датчики, реагирующие на изменение этих параметров).

Исполнительные механизмы. Принимают команды от программного устройства и непосредственно воздействуют на технологический процесс, приводя в действие затворы, дозаторы, транспортеры, питатели и др. через специальные механизмы (сервоприводы). Сервоприводы могут иметь электрический, механический, гидравлический или пневматический выходы.

Контрольные приборы. Предназначены для фиксации параметров технологического процесса, задаваемых программным устройством. При отклонении процесса от заданного режима контрольные приборы оперативно передают соответствующий сигнал на программные устройства.

2. Автоматизация основных технологических процессов дорожных производственных предприятий

Преобладающая часть предприятий имеет дистанционное управление с дисплейным пультом управления и различными автоматизированными узлами. Как правило, на всех предприятиях существует частичная автоматизация: автоматический контроль, учет сырья и готовой продукции, сигнализация и блокировка.

Постепенно такие предприятия со временем достигают уровня комплексной автоматизации.

Полная автоматизация с автоматическим управлением и использованием перфокарт была осуществлена в СССР еще в 80-х годах на бетонных заводах-автоматах.

На дорожных производственных предприятиях в значительной степени автоматизированы следующие основные операции:

- **транспортно-складские;**
- **дозировочные;**
- **перемешивания компонентов;**
- **формования изделий;**

– термовлажностной обработки.

Кроме этих операций в большинстве случаев **автоматизированы вспомогательные операции на насосных, котельных, вентиляционных и компрессорных установках.**

2.1. Автоматизация транспортно-складских операций

Основная цель – автоматизировать операции разгрузки-погрузки материалов, обеспечить их транспортировку с помощью конвейеров и транспортеров.

С помощью средств автоматизации осуществляют:

– **автоматическое включение конвейера** при поступлении на него материалов и выключение - при его отсутствии. Этим уменьшается расход энергии и увеличивается срок службы частей транспортеров;

– **обеспечение постоянного количества грузов на конвейере,** поскольку из-за различной (переменной) влажности и крупности сыпучий материал поступает на ленту неравномерно. Поэтому автоматизация часто сводится к дистанционному управлению загрузкой конвейера;

– **постоянный контроль за исправной работой конвейера;**

– **в случае обрыва ленты предусмотрена его остановка.**

На современных заводах, имеющих сложное складское (силосно-бункерное) хозяйство, стремятся автоматизировать загрузку емкостей сыпучими (песок, минеральный порошок, щебень) или жидкими материалами (битум, битумная эмульсия) с таким расчетом, чтобы в бункерах (резервуарах) находилось строго определенное количество материала. При этом в бункерах установлены датчики уровней, фиксирующие количество материалов.

На АБЗ, ЦБЗ, карьерах и полигонах разрабатывают схемы автоматизации складов крупного заполнителя. По этой схеме склады песка, щебня, гравия соединяются транспортерами с бункерным отделением. Управляют механизмами с пульта. Подача материалов на транспортер осуществляется с помощью вибротечек. Оператор с пульта управления включает тот или иной транспортер для загрузки бункеров. Схема исключает одновременную подачу в бункера материалов различных фракций. Бункера загружаются до установленного уровня, после чего подача материалов автоматически прекращается.

Автоматизация складов цемента и минерального порошка сводится к автоматической загрузке емкостей до определенного уровня, исключающего обрушение, и к периодической перекачке с целью предотвращения слеживаемости материалов.

2.2. Автоматизация дозирования материалов

На дорожных предприятиях применяют автоматические дозаторы порционного или непрерывного действия, обеспечивающие дозированную подачу сыпучих или жидких материалов. Распространено преимущественно автоматизированное весовое дозирование.

Весовые дозаторы порционного действия состоят из загрузочного устройства, рычажных, коромысловых весов и аппаратуры управления затворами и весами. Дозаторы имеют весовые циферблаты со стрелками

для визуального контроля веса и счетчики для контроля количества взвешиваний.

Промышленностью серийно выпускаются дозаторы различных марок для взвешивания цемента, песка, щебня, гравия, воды, водных растворов химических добавок.

Принцип работы дозаторов следующий. В процессе загрузки, когда порция материала достигла заданного веса, переключатели подают импульсы на весовое коромысло дозатора. Вследствие замыкания контактов подается сигнал в систему автоматики. Если используется дистанционное управление, то применяют селекторные системы с электропневматическим управлением. Продолжительность взвешивания составляет 60 с.

Автоматическое управление весовыми дозаторами непрерывного действия осуществляется следующим образом (рис. 15.1).

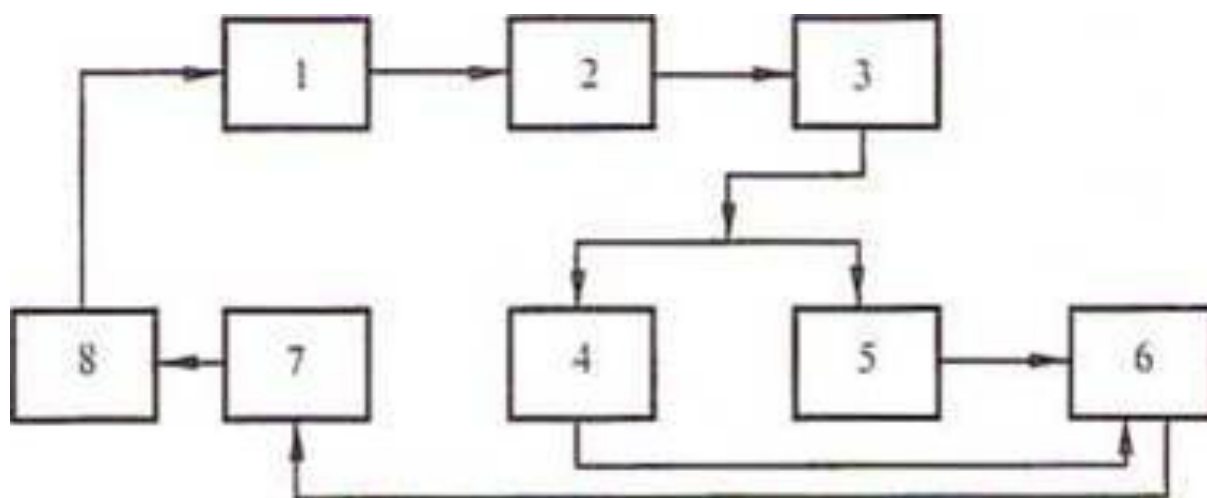


Рис. 15.1. Структурная схема автоматизации непрерывного дозирования: 1 – питатель; 2 – приемное устройство; 3 – датчик; 4,5 – регистрирующие приборы; 6 – интегратор; 7 – регулятор; 8 – исполнительный механизм.

Из питателя 1 сыпучие материалы поступают на приемное устройство 2 (весовой конвейер). При достижении заданного веса на ленте датчик 3 подает в сеть на регистрирующие приборы 4, 5 электрический сигнал. Суммарное количество материалов, находящихся на весовом конвейере, фиксирует интегратор 6 и затем регулятор 7 производит сопоставление задания по дозированию с фактическим весом проходящего материала. При отклонении количества материала от нормы регулятор 7 изменяет дозирование на весовой конвейер с помощью исполнительного механизма 8.

При подаче различных сыпучих материалов из штабелей в бункерное отделение АБЗ, ЦБЗ дозирование материалов на ленту транспортера может быть одновременным или раздельным.

Весовое дозирование жидкостей (битум, эмульсия, вода, сульфитно-спиртовая барда, ПАВ) осуществляется по упрощенным схемам. Блок-схема имеет узлы:

- питатель жидкости, регулирующий расход материала: множительное устройство, которое оценивает количество прошедшего материала умножением показателей объема на величину плотности;
- два прибора – расходомер и плотномер; измерительную и

регулирующую аппаратуру. Дозировать жидкости можно также с помощью насоса-дозатора.

2.3. Автоматизация процессов перемешивания

Качество процессов перемешивания и его контроль – наиболее трудноразрешимая задача.

Автоматизировать перемешивание материалов по его длительности не трудно. Однако в мешалку подаются материалы с неодинаковыми физико-механическими свойствами. Поэтому при одной и той же длительности перемешивания качество смесей будет различным. Отсюда главным принципом автоматизации процессов перемешивания смесей должна быть не строго контролируемая продолжительность перемешивания, а качество смеси (ее однородность).

Процесс повременного перемешивания управляется дистанционно, с пульта оператора. Если пульт оборудован командным устройством, то управление становится автоматическим.

2.4. Автоматизация тепловых процессов

Значительная часть технологических процессов на производственных предприятиях осуществляется при различных **температурных и влажностных режимах**.

С целью их строгой регламентации **параметры температуры и влажности материалов контролируют на различных этапах нагрева**. При этом контролируют параметры теплоносителя и количество потребляемой энергии с помощью различных средств автоматизации. Это обеспечивает минимальные затраты ресурсов и снижает себестоимость готовой продукции.

Дистанционное или автоматическое **управление тепловыми и влажностными процессами** осуществляется по сигналу температурных датчиков либо с помощью программного устройства.

Регулирование температуры объекта достигается количеством вводимого в камеру (барабан) пара, газа или другого теплоносителя.

Соединение различных блок-схем, автоматически контролирующих параметры отдельных процессов, в единую систему позволяет создать комплексную автоматизацию производственного предприятия в целом.

2.5 Автоматизация учета загрузки материала на транспортных средствах и уровня материала в емкостях

Для непосредственного взвешивания груза применяются **конвейерные весы**. В них сигнал о мгновенном значении веса груза подается на вычислительное устройство, выполняющее операцию интегрирования. **Взвешивающие устройства конвейерных весов могут быть рычажного или тензометрического типа**.

Загрузка ленты может также контролироваться путем измерения толщины слоя материала при помощи простейших контактных сигнализаторов, в которых механический воспринимающий элемент замыкает или размыкает контакты в зависимости от наличия материала или толщины его слоя.

2.6 Контроль загрузки транспортных средств и уровня материала в емкостях

Асфальтобетонные и цементобетонные смеси вывозятся с заводов автотранспортом различных марок. Загрузка осуществляется автоматически. Прежде всего, должна быть определена марка машины или грузоподъемность вагона. При заезде порожней машины на платформу весовой установки по весу может быть определена марка машины, и на основании этой информации выдан сигнал на поступление определенного количества груза. После окончания загрузки машине разрешается выезд.

Количество машин разного типа регистрируется на соответствующих счетчиках.

На рис.15.2 приведена схема цементно-бетонного завода-автомата, на котором все производственные процессы, начиная от загрузки расходных бункеров до подачи сигнала водителю о завершении загрузки, полностью автоматизированы.

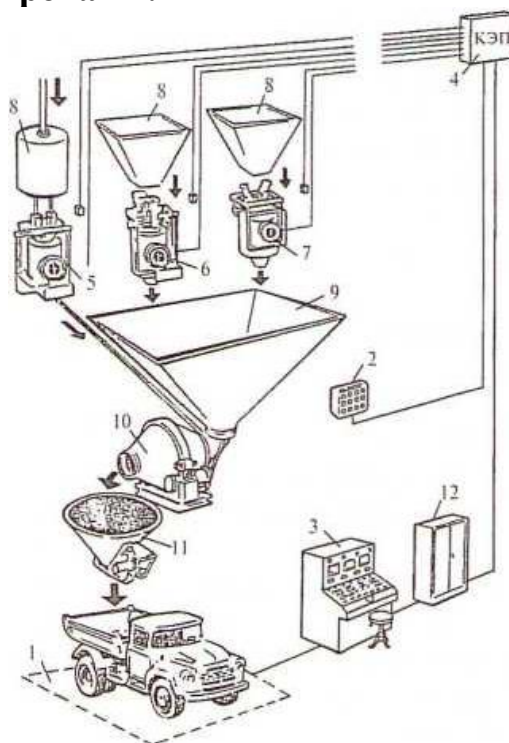


Рис. 15.2. Схема завода-автомата (ЦБЗ):

1 – весовая площадка для транспортных средств; 2 – задатчик состава смеси (коммутатор); 3 – пульт управления в кабине оператора; 4 – командоэлектрический прибор (КЭП); 5 – дозатор воды; 6 – дозатор заполнителей; 7 – дозатор цемента; 8 – бункера компонентов смеси; 9 – приемная воронка; 10 – бетоносмеситель; 11 – накопительный бункер; 12 – шкаф аппаратуры управления.

Лекция №16**Автоматизация дорожных производственных предприятий (часть2)****1. Основные положения проектирования автоматизации дорожных производственных предприятий.****1. Основные положения проектирования автоматизации дорожных производственных предприятий**

Вопросы автоматизации приходится решать для вновь проектируемых и реконструируемых дорожных предприятий.

Автоматизацию вновь проектируемых предприятий осуществляют конструкторские бюро заводов-изготовителей технологического оборудования. В большинстве случаев основное оборудование АБЗ, ЦБЗ, передвижных притрассовых карьеров сейчас поставляется комплексно и большая часть процессов таких заводов или все они автоматизированы.

Автоматизация существующих предприятий производится в процессе их модернизации в объеме, обусловленном средствами выделяемых на модернизацию.

Первоначально производится технико-экономический анализ работы предприятия, определяются наиболее трудоёмкие и дорогостоящие процессы, автоматизация которых даст возможность повысить производительность труда и снизить себестоимость продукции.

Основная задача автоматизации – получить максимальный эффект при минимальных затратах ресурсов.

В ходе технико-экономического анализа составляются количественные и качественные схемы работы предприятия, производится хронометраж и определяется продолжительность всех циклов производства, а также составляется их экономический анализ по калькуляции себестоимости продукции. На основании полученных данных составляют техническое задание на реконструкцию.

Как правило автоматизацию дорожных предприятий осуществляют в одну стадию, при которой разрабатывают следующую техническую документацию:

- структурные схемы автоматизации;
- принципиальные схемы автоматизации;
- схемы энергопитания;
- монтажные схемы;
- пояснительную записку;
- калькуляции и сметы;
- расчет экономической эффективности от внедрения автоматизации на производственном предприятии.

2 Практический раздел

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Основы проектирования дорожных предприятий» для студентов дневной формы обучения специальности 1-70 03 01 – «Автомобильные дороги»

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение.....	149
Лабораторная работа № 1. Расчет годового фонда рабочего времени...	150
Лабораторная работа № 2. Расчет потребности исходных материалов для приготовления асфальтобетонных смесей	151
Лабораторная работа № 3. Выбор типа смесителей и расчет их количества.....	157
Лабораторная работа № 4. Склады исходных материалов и внутривозвратной транспорт.....	158
Лабораторная работа № 5. Проектирование складского хозяйства	159
Лабораторная работа № 6. Проектирование прогрессивной технологии приготовления асфальтобетонной смеси.....	164
Лабораторная работа № 7. Тепловой расчёт битумохранилища.....	172
Лабораторная работа № 8. Расчет потребности необходимых энергоресурсов на АБЗ.....	174
8.1 Расчет потребности в паре.....	174
8.2 Расчет потребности в сжатом воздухе.....	176
8.3 Расчет потребности в электроэнергии.....	177
8.4 Расчет потребности в воде.....	180
Лабораторная работа № 9. Разработка генерального плана завода с подробным описанием его работы.....	182
Лабораторная работа №10. Контроль качества приготовления асфальтобетонных смесей на заводе.....	185
10.1. Контроль поступающих на завод материалов.....	185
10.2. Контроль за технологическим процессом приготовления смесей..	186
10.3. Контроль за качеством готовой смеси.....	187
Лабораторная работа № 11. Охрана труда, окружающей среды и противопожарная защита.....	188
ЛИТЕРАТУРА	193
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	194
Приложение А. Исходные данные для проектирования.....	195
Приложение Б. Приготовление асфальтобетонных смесей из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки.....	198
Приложение В. Асфальтосмесительные установки.....	229
Приложение Г. Размеры стальных водогазопроводных труб.....	232

ВВЕДЕНИЕ

Целью выполнения лабораторных работ является изучение проектирования асфальтобетонного завода. Асфальтобетонный завод (АБЗ) представляет собой комплекс технологического оборудования и складов материалов, предназначенных для приготовления асфальтобетонных смесей, применяемых в дорожном и других видах строительства. В состав АБЗ входят: склады щебня, песка, минерального порошка и битумное хозяйство с оборудованием для разгрузки, складирования и подачи битума; асфальтосмесительные установки, включающие оборудование для сушки и нагрева минеральных материалов, обезвоживания и нагрева битума, оборудования для дозирования и перемешивания всех компонентов асфальтобетонной смеси; оборудование для энерго-, воздухо- и пароснабжения технологических агрегатов АБЗ; лаборатория для контроля качества материалов и процесса приготовления смеси; помещения служебного и бытового назначения.

Для сокращения сроков строительства, повышения его качества и снижения себестоимости необходимым условием является обеспечение полного и эффективного использования всех машин и оборудования, входящего в состав асфальтобетонных заводов. Это особенно важно, поскольку техническое состояние всего комплекта машин непосредственно влияет на качество асфальтобетонных смесей, а следовательно, и на качество и долговечность дорожных покрытий. Производство асфальтобетонных смесей – один из самых энергоемких процессов дорожного строительства, а от технического состояния всего парка машин, входящих в состав АБЗ, зависит расход топливно-энергетических ресурсов.

Только хорошее знание всего парка машин, входящего в состав АБЗ, создает условия для повышения производительности труда, экономии топливно-энергетических ресурсов, высокой культуры производства, снижения себестоимости и повышения качества дорожного строительства.

Асфальтобетонные заводы делятся на притрассовые и прирельсовые. Прирельсовые заводы оснащаются стационарным оборудованием. Для наивысшего качества АБС оборудование должно быть исправным и по возможности, на заводе участие человека должно быть минимальным.

Лабораторная работа № 1

РАСЧЕТ ГОДОВОГО ФОНДА РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ

За расчетный период принимается годичный срок работы АБЗ при температуре +5°C весной и до +5°C осенью.

Число смен полезной работы устанавливается на основании климатических условий с учетом выходных и праздничных дней, дней простоев машин по непредвиденным причинам и на проведение технического осмотра (ТО) и ремонта, неблагоприятных дней по метеоусловиям (дней с осадками более 5мм).

Количество рабочих дней по каждому отдельному месяцу определяется по формуле:

$$D_p = D_k - (D + D_2 + D_n + D_{рем}), \quad (1.1)$$

где D_p – число рабочих дней в месяце;

D_k – число календарных дней в месяце;

D – количество дождливых дней с учётом праздничных и выходных дней за этот период, определяется по формуле:

$$D = D_1 \left(1 - \frac{D_2}{D_k}\right), \quad (1.2)$$

где D_1 – количество дождливых дней принимается: для I квартала = 0,6 или по 0,2 на месяц; для II квартала = 3,9 или по 1,3 на месяц; для III квартала = 4,7 или по 1,6 на месяц; для IV квартала = 1,8 или по 0,6 на месяц;

D_2 – количество выходных и праздничных дней в месяце;

D_n – количество дней простоев машин по непредвиденным причинам, принимается равным 3% от календарного времени, за вычетом выходных и праздничных дней;

$D_{рем}$ – затраты на проведение ТО и ремонт, определяются по формуле:

$$D_{рем} = \frac{(D_k - D_n) \cdot K_{см} \cdot T_{см} \cdot P_ч}{1 + K_{см} \cdot T_{см} \cdot P_{см}}, \quad (1.3)$$

где $D_n = D_1 + D_2 + D_n$, т.е. сумма дней перерывов в работе по всем причинам, кроме ТО и ремонта;

$K_{см}$ – коэффициент сменности, принимается равным: для I и IV квартала $K_{см} = 1,0$; для II и III квартала $K_{см} = 2,0$;

$T_{см}$ – продолжительность смены (8 часов);

$P_ч$ – количество дней нахождения машин в ремонте, приходящееся на 1ч работы машин, принимается 0,0138.

Количество рабочих смен в месяце определяется:

$$D_{рс} = D_p \cdot K_{см}, \quad (1.4).$$

Результаты расчёта сводим в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Расчёт годового фонда рабочего времени

Месяц	D_k	D_n	D_1	D_2	D	D_n	$K_{см}$	$D_{рем}$	D_p	$D_{рс}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
									Σ	

Лабораторная работа № 2

РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Исходными данными для проектирования являются годовая потребность в асфальтобетонной смеси, наименование смеси, тип смеси, классификация смеси по плотности, область строительства АБЗ и место расположения завода, а также период работы АБЗ.

Смеси и асфальтобетоны, в зависимости от содержания в них крупного и мелкого заполнителей, подразделяют на типы и марки в соответствии с таблицей 2.1.

Исходные данные для выполнения лабораторных работ приведены в приложении А.

По величине годовой потребности дорожно-строительной организации в асфальтобетонной смеси устанавливают необходимое количество крупно- и мелкозернистой смесей. Потребное количество исходных материалов (щебня, песка, минерального порошка и битума) необходимых для приготовления заданного количества асфальтобетонных смесей, рассчитывают по РСН 8.03.127-2007 (приложение Б). Расчет ведется в табличной форме (смотри таблицу 2.2).

Асфальтобетонная смесь (смесь): Рационально подобранная смесь минеральных материалов с органическим вяжущим, взятых в определенных соотношениях и перемешанных в нагретом состоянии.

Асфальтобетон: Уплотненная асфальтобетонная смесь в слое дорожной конструкции.

В зависимости от наибольшего размера зерен минеральных материалов смеси и асфальтобетоны подразделяются на:

- крупнозернистые — с зернами размером, мм до 40;
- мелкозернистые — то же “ 20;
- песчаные — “ “ 5.

В зависимости от вида крупного заполнителя крупнозернистые и мелкозернистые смеси и асфальтобетоны подразделяют на щебеночные и гравийные (в том числе смеси гравия и щебня).

В зависимости от температуры укладки смеси и асфальтобетоны подразделяют на следующие виды:

- горячие — с температурой укладки не ниже 120 °С;
- теплые — то же “ 80 °С.

В зависимости от значения остаточной пористости смеси и асфальтобетоны подразделяют на:

- плотные — с остаточной пористостью, % от 1,0 до 5,0 включ.
- пористые — то же св. 5,0 “ 12,0 “
- высокопористые — “ “ 12,0 “ 18,0 “

Таблица 2.1 — Классификация смесей и асфальтобетонов в зависимости от содержания крупного и мелкого заполнителей

Тип и вид смесей (асфальтобетонов)	Количество крупного заполнителя, % по массе	Вид мелкого заполнителя	Марка смесей (асфальтобетонов)
Плотные			
С _Г	Св. 65 до 80 включ.	Дробленый или отсев; природный	I
А _Г , А _Т	Св. 50 до 65 включ.		I, II
Б _Г , Б _Т	Св. 35 до 50 включ.		I, II, III
В _Г , В _Т	Св. 20 до 35 включ.		II, III
Г _Г , Г _Т	—	Природный — до 30 % включ.; дробленый или отсев	I, II, III
Д _Г , Д _Т	—	Природный — св. 30 %; дробленый или отсев	II, III
Пористые и высокопористые, горячие и теплые			
Крупно- и мелко-зернистые	Св. 35 до 70 включ.	Дробленый или отсев; природный	I, II
Песчаные, высокопористые	—		

Условное обозначение смеси и асфальтобетона должно включать следующие обозначения.

Для плотных смесей (асфальтобетонов):

— вид материала — смесь, асфальтобетон;

— первая буква:

для щебеночной(-го) или гравийной(-го) смеси (асфальтобетона) — материал крупного заполнителя: Щ — щебень; Г — гравий;

для песчаной(-го) смеси (асфальтобетона) — обозначения мелкого заполнителя (природный или дробленый песок, отсев): П;

— вторая буква:

для щебеночной(-го) или гравийной(-го) смеси (асфальтобетона) — крупность заполнителя:

К — крупнозернистая(-ый); М — мелкозернистая(-ый);

для песчаной(-го) смеси (асфальтобетона) — тип смеси (асфальтобетона): Г, Д;

— третья буква — для щебеночной(-го) или гравийной(-го) смеси (асфальтобетона) тип смеси (асфальтобетона): С, А, Б, В;

— индекс — вид смеси (асфальтобетона): г — горячая(-ий), т — теплая(-ый);

— максимальная величина крупного заполнителя для щебеночной(-го) или гравийной(-го) смеси (асфальтобетона), в миллиметрах;

— марка смеси (асфальтобетона) — I, II, III;

— показатель сдвигаустойчивости смеси (асфальтобетона): 2,0; 2,2; 2,3; 2,4; 2,5; 2,7; 3,0;

— обозначение настоящего стандарта.

Для пористых смесей (асфальтобетонов):

— вид материала — смесь, асфальтобетон;

— первая буква — материал крупного заполнителя: Щ — щебень; Г — гравий;

— вторая буква — крупность заполнителя: К — крупнозернистая(-ый); М — мелкозернистая(-ый);

— третья буква — тип смеси (асфальтобетона): П — пористая(-ый);

— индексы — вид смеси (асфальтобетона): г — горячая(-ий); т — теплая(-ый);

— максимальная величина крупного заполнителя, в миллиметрах;

— марка смеси (асфальтобетона) — I, II;

— показатель сдвигоустойчивости смеси (асфальтобетона) — для пористой(-го) мелкозернистой(-го) смеси (асфальтобетона) марки I: 2,0; 2,5; 2,7.

— обозначение настоящего стандарта.

Для щебеночных или гравийных высокопористых смесей (асфальтобетонов):

— вид материала — смесь, асфальтобетон;

— первая буква — материал крупного заполнителя: Щ — щебень; Г — гравий;

— вторая буква — крупность заполнителя: К — крупнозернистая(-ый); М — мелкозернистая(-ый);

— третья и четвертая буквы — тип смеси (асфальтобетона): ВП — высокопористая(-ый);

— индексы — вид смеси (асфальтобетона): г — горячая(-ий), т — теплая(-ый);

— максимальная величина крупного заполнителя, в миллиметрах;

— марка смеси (асфальтобетона) — I, II;

— обозначение настоящего стандарта.

Для песчаных высокопористых смесей (асфальтобетонов):

— вид материала — смесь, асфальтобетон;

— первая буква — обозначение мелкого заполнителя (природный или дробленый песок, отсев): П;

— вторая и третья буквы — тип смеси (асфальтобетона): ВП — высокопористая(-ый);

— индексы — вид смеси (асфальтобетона): г — горячая(-ий), т — теплая(-ый);

— марка смеси (асфальтобетона) — I, II;

— обозначение настоящего стандарта.

Примеры условного обозначения:

1 Смесь щебеночная мелкозернистая горячая, типа С, с максимальной крупностью заполнителя 10 мм, марки I, с показателем сдвигоустойчивости 2,2:

Смесь ЩМС₂ 10 — I/2,2 СТВ 1033-2016.

2 Асфальтобетон щебеночный крупнозернистый горячий, типа А, с максимальной крупностью заполнителя 40 мм, марки I, с показателем сдвигоустойчивости 2,7:

Асфальтобетон ЩКА₂ 40 — I/2,7 СТВ 1033-2016.

3 Смесь гравийная мелкозернистая теплая, типа Б, с максимальной крупностью заполнителя 15 мм, марки II, с показателем сдвигоустойчивости 2,3:

Смесь ГМБ_м 15 — II/2,3 СТВ 1033-2016.

4 Асфальтобетон песчаный горячий, типа Д, марки II, с показателем сдвигоустойчивости 2,3:

Асфальтобетон ПД₂ — II/2,3 СТВ 1033-2016.

5 Смесь щебеночная мелкозернистая горячая пористая, с максимальной крупностью заполнителя 20 мм, марки I, с показателем сдвигоустойчивости 2,7:

Смесь ЩМП₂ 20 — I/2,7 СТВ 1033-2016.

Таблица 2.2 – Расчёт потребности исходных материалов для приготовления асфальтобетонных смесей

Основание	Наименование смеси	Единицы измерения	Потребность в исходных материалах								
		Количество	Щебень 20-10 м ³	Щебень 5-10 м ³	Гравий 40-20 м ³	Гравий 20-10 м ³	Гравий 5-10 м ³	Песок, м ³	М.П., т	Битум, т	ПАВ, т
Е 27-67-3	Мелкозернистая типа Б плотная	100 т.	10,152	18,048	-	-	-	31,1	8,54	5,92	0,444
		440	4466,88	7941,12	-	-	-	13684	3757,6	2604,8	195,36
Е 27-67-13	Крупнозернистая гравийная пористая	100 т.	-	-	9,20	15,456	12,144	29,1	2,01	5	0,375
		440	-	-	4048	6800,64	5343,36	12804	884,4	2200	165
Е 27-68-3	Чёрный щебень D _{max} =20 мм	100 т.	68,6	-	-	-	-	-	-	2,49	0,187
		220	15092	-	-	-	-	-	-	547,8	41,14
Итого		1100	19558,88	7941,12	4048	6800,64	5343,36	26488	4642	5352,6	401,5

По величине годовой потребности дорожно-строительной организации в асфальтобетонной смеси устанавливают необходимое количество крупно- и мелкозернистой смесей. Потребное количество исходных материалов (щебня, песка, минерального порошка и битума) необходимых для приготовления заданного количества асфальтобетонных смесей, рассчитывают по РСН 8.03.127-2007.

При расчёте количества фракционированного щебня учитываются следующие примечания по РСН 8.03.127-2007:

1) для горячих мелкозернистых плотных асфальтобетонных смесей типа А, Б, В, укладываемых в верхних слоях покрытия, количество щебня фракции 5...10 составляет 64%, а фракции 10...20 – 36%.

2) для горячих крупнозернистых плотных асфальтобетонных смесей типа А, укладываемых в нижних слоях покрытия и основания, количество щебня фракции 5...10 составляет 10%, фракции 10...20 – 42%, 20...40 – 48%, типа Б фракции 5...10 составляет 18%, фракции 10...20 – 44%, 20...40 – 38%.

3) для горячих крупнозернистых и мелкозернистых пористых асфальтобетонных смесей, укладываемых в нижние слои покрытий и основание, количество щебня фракции 5...10 составляет 33%, фракции 10...20 – 42% и фракции 20..40 – 25%.

Расчёт количества фракционного щебня (гравия)

1) для мелкозернистой плотной смеси типа Б по РСН 8.03.127-2007 норма щебня составляет:

- фр. 5..10 - $28,2 \cdot 0,64 = 18,048 \text{ м}^3/100\text{т}$;
- фр. 10..20 - $28,2 \cdot 0,36 = 10,152 \text{ м}^3/100\text{т}$.

2) для крупнозернистой высокопористой норма гравия составляет:

- фр. 5..10 - $36,8 \cdot 0,33 = 12,144 \text{ м}^3/100\text{т}$;
- фр. 10..20 - $36,8 \cdot 0,42 = 15,456 \text{ м}^3/100\text{т}$;
- фр. 20..40 - $36,8 \cdot 0,25 = 9,20 \text{ м}^3/100\text{т}$.

Лабораторная работа № 3

ВЫБОР ТИПА СМЕСИТЕЛЯ И РАСЧЕТ ИХ КОЛИЧЕСТВА

Назначение и месторасположение завода определяют выбор основного оборудования, уровень механизации и автоматизации, а также капитальность обустройства предприятия. Месторасположение завода указано в исходных данных.

Притрассовые заводы, как правило, оборудуются передвижными смесителями временными сборно-разборными постройками. Передвижные установки выполняют на пневмоколесном шасси в виде отдельных перемещающихся блоков, агрегаты которых предназначены для выполнения определенных технологических операций.

Прирельсовые заводы комплектуются полустационарными и, реже, стационарными смесительными установками. Смесительные установки полустационарного типа предназначаются для оборудования асфальтобетонных заводов на крупных строительных объектах и в городах, которые редко перебазируются.

Широта областей применения асфальтобетонных смесей и множество требований к ним обусловили многообразие смесительного оборудования, выпускаемого промышленностью (приложение В).

Количество смесителей определяется с учетом объема асфальтобетонной смеси, подлежащей выпуску за сезон, продолжительности строительного сезона, когда можно вести асфальтобетонные работы, или сроков окончания работ, установленных вышестоящими организациями.

Объем асфальтобетонной смеси берется из таблицы 2.2, а количество рабочих смен в сезоне – из таблицы 1.1.

Имея годовую суммарную потребность в асфальтобетонной смеси Q каждого типа, расчетную продолжительность строительного сезона в сменах $D_{р.с.}$ и коэффициент использования оборудования ($K_{\epsilon}=0,85-0,90$), можно определить потребность асфальтобетонной смеси в смену по формуле:

$$P_{см} = \frac{Q}{D_{р.с.}} \cdot K_{\epsilon}, m / смену, \quad (3.1)$$

Разделив потребность в асфальтобетонной смеси в смену на продолжительность смены в часах ($T_{см} = 8,0$ часов) и умножив на коэффициент использования оборудования ($K_{\epsilon}=0,85$), получим часовую потребность асфальтобетонной смеси:

$$P_{ч} = \frac{P_{см}}{T_{см}} \cdot K_{\epsilon}, m / ч, \quad (3.2)$$

С помощью таблиц приложение В выбираем комплект смесительного оборудования полустационарного или мобильного типа с определенной расчетной технической производительностью, т/ч. Разделив часовую потребность асфальтобетонной смеси $P_{ч}$ на техническую производительность

выбранного комплекта смесительного оборудования Π_m , получим количество смесительных установок:

$$n = \frac{\Pi_q}{\Pi_T}, \text{ шт}, \quad (3.3)$$

Выбирая количество смесительных установок, следует иметь в виду, что целесообразно устанавливать два смесителя меньшей производительности, чем один высокопроизводительный. Это обеспечивает непрерывность работы завода при профилактических ремонтах, а также одновременную выдачу разных смесей.

Лабораторная работа № 4

СКЛАДЫ ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ВНУТРИЗАВОДСКОЙ ТРАНСПОРТ

Получение, учет, кратковременное хранение и выдача материалов, полуфабрикатов, оборудования и инвентаря осуществляется на складах.

Склады можно классифицировать по виду продукции (склады щебня, песка, минерального порошка, битума, горюче-смазочных материалов (ГСМ) и др.) и по способу хранения: *открытые площадки* для хранения материалов, не портящихся от метеорологических воздействий (щебень, песок), *навесы* – для хранения продукции, качество которой ухудшается от действия атмосферных осадков (сталь, лес, оборудование), *закрытые склады* – для хранения продукции, физико-механические свойства которой изменяются на открытом воздухе (минеральный порошок, цемент и др.), *специальные склады* – для хранения пожароопасных материалов (ГСМ).

Склады каменных материалов - щебня, гравия, песка, доменного шлака и др. – устраивают различными по конструкции в зависимости от типа завода, его производительности, условий снабжения и способов хранения.

Форма склада в плане зависит от вида хранимого материала, объемов хранения, высоты штабеля, способов погрузочно-разгрузочных работ. Высота штабелей изменяется от 3-5 до 10-15 м, угол естественного откоса штабелей составляет для сухого песка 32-35°, для влажного – 35-40°, для гравия – 38-40°, для щебня – 40-45°.

Материал в штабели подается различными средствами: транспортерами и погрузчиками. Погрузка материалов из штабелей в транспортные средства производится с помощью экскаваторов и фронтальных погрузчиков.

Склады минерального порошка на АБЗ бывают различной конструкции. Обычно его хранят в силосах, т.к. минеральный порошок легко раздувается ветром и физико-механические свойства его снижаются при увлажнении.

Хранение органических вяжущих на АБЗ производится в битумохранилищах или специально оборудованных емкостях, в которых хранят и предварительно нагревают вяжущее.

Хранилища состоят из емкости-резервуара, приемка, систем подогрева и перекачки вяжущего материала. Емкость их бывает от 100 до 3000т. Хранилища постоянного типа имеют отдельные секции (емкостью по 500т и больше) для

хранения различных вяжущих материалов. Днище хранилища имеет уклон 1,5-3,0% в сторону приямка. Вяжущие материалы загружают в транспортные средства из приямка, в котором есть система забора битума.

На АБЗ выполняются следующие транспортные операции: транспортировка щебня, песка, минерального порошка и вяжущего от мест разгрузки к местам временного хранения; подача этих материалов со складов к смесительному отделению. В зависимости от вида материала принимают тот или иной вид транспорта.

Транспортировка щебня и песка на АБЗ производится ленточными транспортерами, бульдозерами и погрузчиками, ковшовыми элеваторами; минерального порошка – ковшовыми элеваторами, винтовыми конвейерами (шнеками), аэрожелобами, ленточными транспортерами; органические вяжущие материалы транспортируют по трубопроводам с помощью битумных насосов. При транспортировании следует стремиться к сокращению длины перемещения материалов. Производительность внутривозовского транспорта подбирается с учетом бесперебойной работы смесителей.

Лабораторная работа № 5

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Проектирование складского хозяйства завода сводится к определению запасов хранения, площадей складов, обоснованию способов погрузочно-разгрузочных работ.

Решая основной вопрос при проектировании складского хозяйства – установление запасов хранения материалов, необходимо учитывать, что сверхнормативные запасы требуют больших площадей хранения, большего числа обслуживающего персонала и большего расходования средств. Вместе с тем малые запасы материалов могут поставить под угрозу обеспечение строительства заданными темпами. Поэтому организация снабжения должна быть такой, чтобы при запланированных темпах строительства длительность пребывания материалов на складах была минимальной. Различают три вида запаса: минимальный, максимальный и текущий.

Минимальный запас – это такое количество хранимых материалов, которого достаточно для ведения строительства заданными темпами в течение определенного периода. Минимальный запас материалов расчитывают по формуле:

$$V_1 = n \cdot \rho \cdot K_{II}, \text{ м}^3 \quad (5.1)$$

где n – минимальная норма запасов хранения материалов (в днях), принимаемая в зависимости от вида материала и условий доставки его на строительство; ρ – суточный расход данного материала на строительстве, устанавливаемый расчетом, т или м^3 ;

$$\rho = \frac{Q_{\text{материала}}}{D \text{ р.с.}}, \text{ м}^3 \quad (5.2)$$

K_n – коэффициент, учитывающий потери материала при хранении, погрузке или разгрузке, равный 1,01-1,03.

Минимальные нормы запасов материалов, рассчитанных на определенное число дней, приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1. Минимальные нормы запасов материалов

Наименование материалов и изделий	Норма запаса при перевозке, дни		
	Железнодорожным	Автомобильным на расстояние	
		свыше 50км	до 50 км
Битумы, деготь, битумные эмульсии, сталь, битумная арматурная, химические материалы	25-30	15-20	12
Цемент, минеральный порошок, известь	20-25	10-15	8-12
Щебень, гравий, песок, шлак, сборные железобетонные конструкции	15-20	7-20	5-10

Для упрощения расчетов все данные сводим в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Минимальные нормы запаса материалов

Наименование материалов	Значение параметров			Минимальный запас (V_1)
	p	n	K_n	
Гравий 20-40, м ³				
Гравий 10-20, м ³				
Гравий 5-10, м ³				
Песок, м ³				
М.П., т.				
Битум, т.				
ПАВ, т.				
Щебень 20-40, м ³				
Щебень 10-20, м ³				
Щебень 5-10, м ³				

Максимальный запас – это предельное количество материалов, которое можно хранить на складах, определяется по формуле:

$$V_2 = V_0 \cdot m \cdot K_n, \text{ м}^3 \quad (5.3)$$

где V_0 – общая потребность в данном материале на сезон (устанавливается расчетом, таблица 4.1.); m – максимальная норма хранения материалов, принимается для привозных каменных материалов 0,3; при собственной заготовке в притрассовых карьерах – 0,5-0,7; для порошкообразных – 0,15-0,25;

жидких органических вязущих – 0,3; горючесмазочных – 0,10; лесоматериалов – 0,20; K_n – коэффициент, учитывающий потери материала при хранении, погрузке или разгрузке, равный 1,01-1,03.

Текущий запас V характеризует количество хранимого в данный момент материала. Очевидно, что

$$V_1 \leq V \leq V_2.$$

Установив минимальные и максимальные запасы хранения материалов, вычисляют требуемые площади складов. Площади складов, как правило, определяют в расчете на максимальный запас хранения материалов.

При хранении щебня, гравия, песка открытым способом полезную площадь складов S_n вычисляют по формуле:

$$S_{II} = \frac{V_2 \cdot K}{h}, \text{ м}^2 \quad (5.4)$$

где V_2 – максимальный запас материала, м^3 ; K – коэффициент, учитывающий устойчивость штабеля, равный 1,2-1,4; h – высота штабеля ($h = 3-5$ м).

При хранении материалов в закрытых складах или под навесом полезная площадь вычисляется по формуле:

$$S_{II} = \frac{V_2}{n}, \text{ м}^2 \quad (5.5)$$

где V_2 – максимальный запас материала, м^3 ; n – предельное количество материала, укладываемого на 1 м.кв. полезной площади склада; ориентировочные значения n (в т) при хранении минерального порошка и цемента навалом составляют 2-3 т, при хранении в силосах – 15-20 т.

Минеральный порошок хранится в силосах. Для хранения минерального порошка, запас которого определен по формуле (5.5) выберем по [5] типовые склады, в которых расположено определенное количество силосов, общей вместимостью (тонн).

Данные сводим в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 – Характеристики складов.

Показатели	Вместимость склада, т	
	360	480
Количество силосов, шт	6	4
Вместимость одного силоса, т	60	120
Высота силоса, м	6	4
Диаметр силоса, м	3	3
Установленная мощность оборудования, кВт	52,8	42,8
Расход сжатого воздуха, $\text{м}^3/\text{мин}$	9,3	9,3
Расход тепла на отопление склада при температуре окружающего воздуха - 30 °С, кДЖ/ч	43000	43000

На территории склада устанавливают проезды для транспорта, проходы, противопожарные разрывы и др. Поэтому общая площадь склада превышает его полезную площадь и будет равна:

$$S_0 = a \cdot S_n, \text{ м}^2 \quad (5.6)$$

где a – коэффициент учитывающий дополнительную площадь; он равен: для открытых складов 1,2-1,3, бункерных и силосных 1,3-1,4, универсальных – 1,5-1,7.

Минимальная ширина проездов принимается равной габаритной ширине транспорта, увеличенной на двойную ширину полосы в 1-1,25м, предназначенную для прохода рабочих.

По вычисленной площади устанавливают размеры складов в плане. Чаще всего склады имеют прямоугольную форму. Ширину склада b назначают в зависимости от условий хранения материалов, радиуса разгрузки кранов, длины ферм пролетных строений и др. Затем вычисляют длину склада.

$$L = \frac{S_0}{b}, \text{ м} \quad (5.7)$$

Расчёт общей площади приведен в таблице 5.4.

Таблица 5.4 - Площади и размеры складов

Материал	$V_1, \text{ м}^3$	K	$h, \text{ м}$	$S_n, \text{ м}^2$	a	S_0	$b, \text{ м}$	$L, \text{ м}$
Склад гравия 20-40								
Склад гравия 10-20								
Склад гравия 5-10								
Склад песка								
Склад щебня 20-40								
Склад щебня 10-20								
Склад щебня 5-10								
Склад МП								

Местоположение завода влияет и на тип битумохранилища. На прирельсовых заводах битумохранилища должны быть более мощными, так как они осуществляют приемку, хранение и полную подготовку битума к работе. На прирельсовом АБЗ битумохранилище располагают вдоль железнодорожной линии в непосредственной близости к колее, что обеспечивает удобный слив битума. Желательно, чтобы под разгрузку ставилось одновременно несколько вагонов. Для этого по всему фронту разгрузки устанавливают постоянную пароразводящую систему со штуцерами, которые обеспечат одновременный обогрев всех поданных под разгрузку вагонов. Битумохранилище строят капитального или полустационарного типа. Его вместимость зависит от объема предстоящих работ, но в нем должно быть не менее двух отделений по 500 т каждое. Площадь битумохранилища можно определить по формуле:

$$S_6 = \frac{V_2 \cdot a \cdot K}{h \cdot \gamma}, \text{ м}^2 \quad (5.8)$$

где V_2 – максимальный запас битума, подлежащий хранению на заводе, т; a – коэффициент запаса площади ($a=1,25$); K – коэффициент потерь органических

вяжущих материалов, ($K=1,013$); h – глубина вяжущего в хранилище ($H=1,5-4$ м); γ – плотность битума ($\gamma=0,95-1,05$ т/м³).

Битумохранилище целесообразно строить секционного типа, например, состоящим из трех-четырех самостоятельных секций. Это позволяет одновременно хранить несколько видов или марок битума, обеспечивает независимую работу хранилища по приему и выдаче битума, а также создает возможность изолированного ремонта каждой секции битумохранилища. Так для битумохранилища емкостью 2000 т с четырьмя секциями при средней толщине слоя битума в хранилище $h=2,0$ м площадь каждой секции определим по формуле:

$$S_c = \frac{V_c}{h}, \text{ м}^2 \quad (5.9)$$

Тогда получим:

$$S_c = 500 / 2 = 250 \text{ м}^2$$

Минимальную длину секции хранилища принимают исходя из условий обеспечения разгрузки железнодорожных цистерн, сведения о которых приведены [5] (таблица 21).

Следовательно длина L_c секции хранилища должна быть не менее 12 м. Ширина секции определим по формуле:

$$B_c = \frac{S_c}{L_c}, \text{ м} \quad (5.10)$$

В этом случае:

$$B_c = \frac{250}{12} = 20,8 \text{ м}$$

Исходя из значения строительного модуля, равного 3, принимаем ширину битумохранилища $B_c=21$ м. Тогда длина секции битумохранилища:

$$L_c = \frac{S_c}{B_c} = \frac{250}{21} = 11,9 \text{ м}$$

В соответствии со строительным модулем принимаем длину секции $L_c=12$ м.

Общая длина битумохранилища в этом случае:

$$L_{\sigma} = 4 \cdot 12 = 48 \text{ м}.$$

На притрассовых заводах битумохранилища не строят, а заменяют их расходными цистернами различной вместимости, оборудованными системами подогрева. Битум на такой завод доставляют битумовозами с прирельсовых битумных баз.

Лабораторная работа № 6

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРЕССИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ

Важнейшим и завершающим процессом на АБЗ является приготовления асфальтобетонной смеси. Технологический процесс приготовления смеси должен обеспечить получение смеси постоянного состава и высокого качества.

Основными условиями получения качественной смеси являются:

- использование для приготовления асфальтобетонной смеси исходных материалов стабильного качества и состава;
- предварительное дозирование песка и щебня до поступления в сушильный барабан;
- тщательная рассортировка песка и щебня после сушильного барабана строго по фракциям, исключая наличие одной фракции в другой;
- точное дозирование каждой фракции минеральных составляющих смеси – щебня, песка, минерального порошка, циклонной пыли;
- точное дозирование битума и добавок поверхностно-активных веществ;
- обеспечение заданного температурного режима исходных компонентов и асфальтобетонной смеси;
- интенсивное перемешивание, обеспечивающее получение однородной смеси;
- автоматизация технологического процесса приготовления асфальтобетонных смесей.

Технологический процесс приготовления асфальтобетонных смесей на АБЗ включает следующие операции:

- выгрузка из транспортных средств и хранение исходных материалов на складах;
- внутризаводская транспортировка материалов;
- обезвоживание и нагрев органических вяжущих материалов до расчетной температуры;
- высушивание и нагрев щебня, песка, минерального порошка (для горячих и теплых смесей);
- разделение просушенного и нагретого песка и щебня по размерам;
- дозирование и перемешивание отдозированных материалов с горячим битумом;
- выгрузка готовой смеси в автомобили-самосвалы или накопительные бункера.

В состав АБЗ входят следующие цеха:

- транспортно-складской для доставки, разгрузки, хранения и выдачи щебня, песка, минерального порошка;
- битумный – для разгрузки, хранения, нагрева и обезвоживания битума;

– асфальтосмесительный – для высушивания и нагрева щебня, песка и смешивания компонентов, временного хранения и выдачи готовой асфальтобетонной смеси;

– энергетический (на заводах большой мощности) и ремонтно-механические мастерские – для снабжения потребителей электроэнергией и ремонта оборудования.

Исходные материалы для приготовления асфальтобетонных смесей поступают на завод железнодорожным и автомобильным транспортом, разгружаются с использованием специальных механизмов и разгрузочных устройств и направляются в соответствующие секции складов и хранилищ. Все операции по разгрузке и складированию материалов полностью механизированы.

Принципиальная схема технологического процесса приготовления асфальтобетонных смесей приведена на рисунке 6.1.

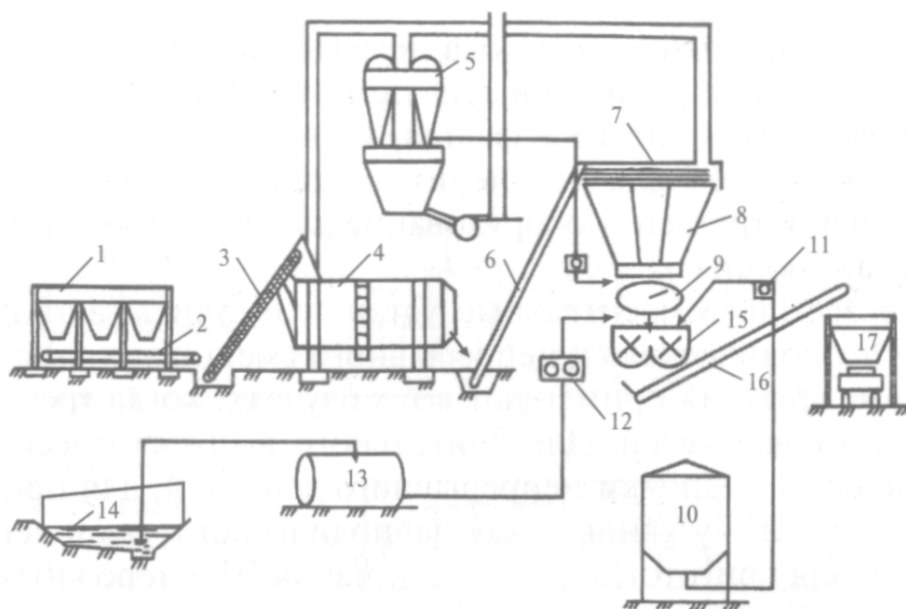


Рисунок 6.1 – Технологическая схема приготовления асфальтобетонной смеси: 1 – агрегат питания, 2 – ленточный транспортер, 3 – холодный ковшовый элеватор, 4 – сушильный барабан, 5 – агрегат пылеулавливания, 6 – горячий ковшовый элеватор, 7 – плоский грохот, 8 – бункер с отсеками, 9 – дозатор для песка, щебня, 10 – склад минерального порошка, 11 – дозатор минерального порошка, 12 – дозатор битума, 13 – битумный котел, 14 – битумохранилище, 15 – мешалка, 16 – скиповый подъемник, 17 – накопительный бункер.

Схема подачи исходных материалов к смесительной установке приведена на рисунке 6.2.

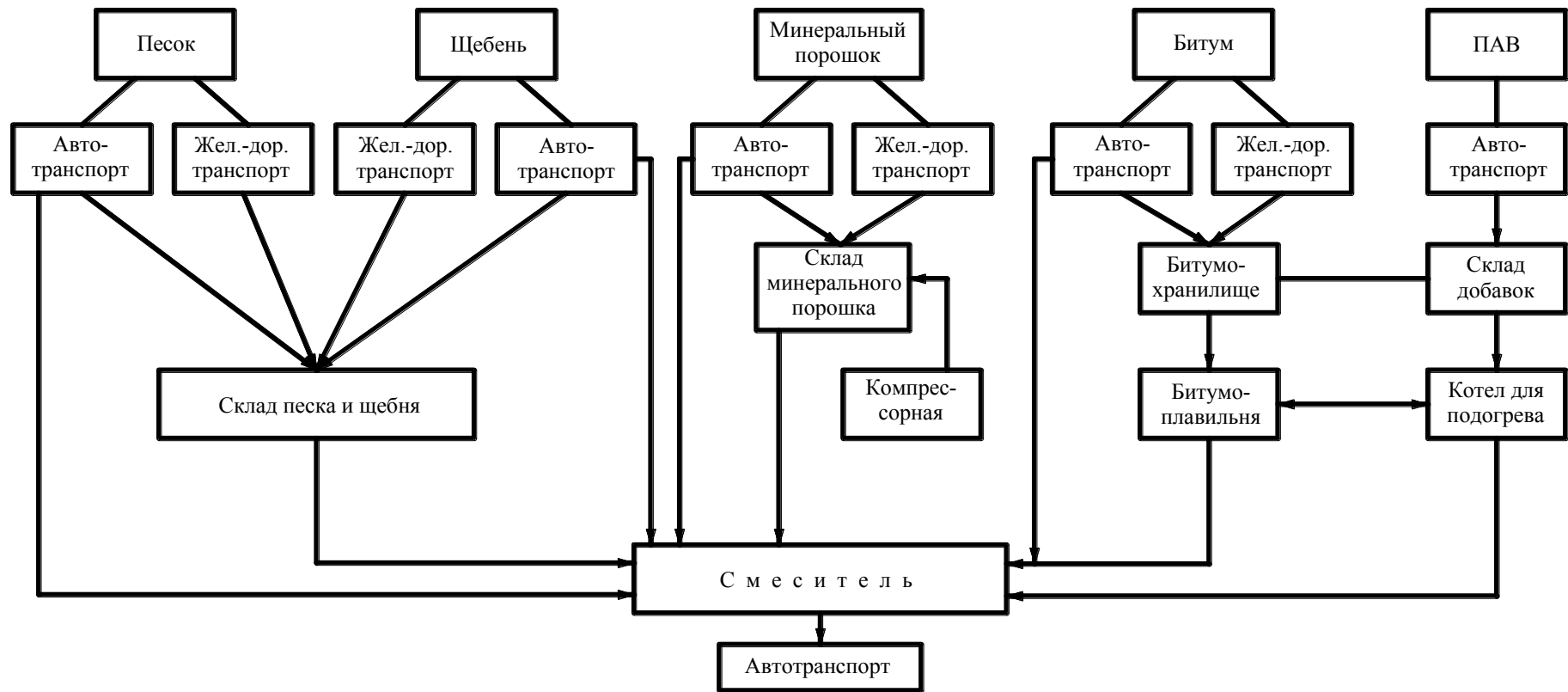


Рисунок 6.2 – Схема подачи исходных материалов к смесительной установке

Со склада щебня и песка материалы подают одноковшовым погрузчиком на пневмоходу в отсеки бункера агрегата питания, который обеспечивает подачу щебня и песка на холодный ковшовый элеватор, а с него в сушильный барабан. В агрегате питания происходит предварительное дозирование по объему холодного и влажного материала. Равномерная его подача способствует стабильности процесса сушки и нагрева, бесперебойной работе смесительного агрегата.

Сушильный агрегат включает сушильный барабан с топкой и форсункой, бак с подогревом мазута.

Агрегат обеспыливания задерживает пыль, не давая ей вылетать в атмосферу. В современных конструкциях асфальтосмесительных установок улавливание пыли достигает 85-95%. Часть ее используют как добавку к минеральному порошку, позволяя расходовать его экономно. Для хранения пыли используют специальное хранилище. Эту пыль дозируют отдельно от минерального порошка. Количество добавляемой пыли устанавливает лаборатория, она же дает разрешение на ее использование.

Смесительный агрегат включает горячий ковшовый элеватор, плоский вибрационный грохот, на котором осуществляется сортировка высушенных и нагретых каменных материалов по фракциям и подача в “горячие” бункера с отсеками, весовой бункер дозирования и смеситель.

Температура битума, поступающего в смеситель, щебня, песка, отсеков дробления при выходе из сушильного барабана и асфальтобетонной смеси при выпуске из смесителя в зависимости от марки применяемого битума должна соответствовать указанной в таблице 6.1. Минеральный порошок для приготовления асфальтобетонных смесей допускается вводить в смеситель без подогрева.

Таблица 6.1 – Температура материалов в зависимости от марки битума

Вид смеси	Вид вяжущего и его пенетрация при 25 °С, мм ⁻¹	Температура, °С		
		битума, поступающ его в смеситель	щебня (гравия), песка, отсеков дробления при выходе из сушильного барабана	смеси при выпуске из смесителя
7	Вязкий битум 60/90	140-160	165-185	140-160
	Вязкий битум 90/130	140-160	165-185	120-140
	Битум модифицированный 50/70, 70/100, 100/130	160-180	190-210	170-180
Теплая	Вязкий битум 130/200	120-140	155-175	120-140
	Жидкий битум	90-115	125-150	80-100

	130/200			
Холодная	Жидкий битум 70/130	80-100	115-125	80-100
<i>Примечание</i> – Температура щебеночно-мастичных смесей при выпуске из смесителя – 160 °С – 180 °С.				

При применении активированных минеральных порошков или адгезионных присадок температура битума, щебня, гравия, песка, отсева дробления и готовой асфальтобетонной смеси может быть снижена по сравнению с указанной в таблице 13:

- на 20 °С при применении битумов марок БНД 60/90, БНД 90/130, БН 60/90, БН 90/130 (по ГОСТ 22245); 50/70, 70-100 (по СТБ EN 12591);
- на 10 °С при применении битумов марок БНД 130/200, БНД 200/300, БН 130/200, БН 200/300 (по ГОСТ 22245); 100/150, 160/220 (по СТБ EN 12591).

Минеральный порошок из силосной емкости подается в бункер дозатора минерального порошка и, после дозирования соответствующей порции с помощью шнека, в смеситель. Силосная емкость загружается пневмотранспортом из цементовозов.

Из битумохранилища подогретый до температуры 90° битум подается насосной установкой по обогреваемому битумопроводу в битумонагревательную установку, где обезвоживается и нагревается до рабочей температуры 140-160°С, затем в цистерны с электронагревом и в дозирующее устройство, из которого строго отдозированная порция битума подается в смеситель.

В современных асфальтобетонных установках дозаторы минерального порошка, пыли уноса, битума, устраивают отдельными. Точно отдозированные компоненты смеси поступают в лопастной смеситель периодического или непрерывного типа принудительного действия, где тщательно перемешиваются.

Из смесителя готовую смесь выгружают в автомобили-самосвалы или в накопительный бункер, куда смесь подают скиповым подъемником или другими видами транспортирующих устройств.

Таблица 6.2 – Температура смесей при выпуске из смесителя и в асфальтоукладчике

Виды смесей	Марки битумов	Температура, °С	
		смеси при выпуске из смесителя	смеси в асфальтоукладчике
1	2	3	4
Горячие щебеночные, гравийные и песчаные	БНД 60/90 БНД 90/130 БН 60/90 БН 90/130 БД 60/90	140—160	Не ниже 120

	БД 90/130		
	БМА 70/100 БМА 100/130	160—180	Не ниже 150
Щебеночно-мастичные	БНД 60/90 БНД 90/130 БД 60/90 БД 90/130	160—180	Не ниже 150
Теплые	БНД 130/200 БНД 200/300 БН 130/200 БН 200/300 БД 90/130 БД 130/200	120—140	Не ниже 100
	СГ 130/200	90—115	Не ниже 70
	МГ 130/200 МГО 130/200	100—120	Не ниже 70
Холодные	СГ 70/130 МГ 70/130 МГО 70/130	80—100	Не ниже 5

При проектировании технологии приготовления асфальтобетонной смеси необходимо обратить особое внимание на возможность применения мероприятий по повышению качества смесей за счет интенсификации процессов перемешивания, способа введения вяжущего, применения поверхностно-активных веществ. В лабораторных работах следует уделить внимание способам повышения качества исходных материалов, активации минерального порошка, улучшению свойств песка – трибоактивации.

Традиционно активация песка сводится к созданию вновь образованных (более энергетически активных) аморфизированных поверхностей зерен песка с помощью ударных и вибрационных устройств.

В качестве активатора используют известь-пушонку.

Целесообразна комплексная активация песков. Песок в процессе механического воздействия обрабатывают известью по норме 3-4% его веса и далее при смешении с битумом покрывают тонким слоем вяжущего. На активированной поверхности песчинок образуются кальциевые мыла, взаимодействующие с анионоактивными веществами битума, что упрочняет систему. Использование активированных песков повышает прочность асфальтобетона, уменьшает расход минерального порошка.

В Белорусском национальном техническом университете (БНТУ) разработана новая технология активации песка, получившая название «трибоактивация» (Я.Н.Ковалев, С.Е.Кравченко).

Процесс трибоактивации песков состоит из двух операций: трибоэлектризации поверхности зерен песка (сообщения ей электрических зарядов регулируемого значения и знака) и обработки заряженной поверхности определенным типом поверхностно-активных веществ (ПАВ) противоположного заряда. Поверхность песков можно «заряжать» как положительными, так и отрицательными электрическими зарядами. Поэтому при обработке трибоэлектризованных поверхностей с отрицательными электрическими зарядами следует применять катионные ПАВ, а анионные ПАВ будут наиболее эффективны при обработке трибоэлектризованных поверхностей с положительными электрическими зарядами.

Трибоактивация песков осуществляется в специальной установке, позволяющей последовательно продувать песок через трубу-активатор (электризация поверхности) и обрабатывать его дисперсно-распыленным поверхностно-активным веществом в виде аэрозоли.

Дополнительное оборудование, необходимое для получения трибоактивированных песков, хорошо вписывается в существующую технологическую схему АБЗ.

Технологическая линия работает следующим образом: горячая минеральная смесь из сушильного барабана проходит над вибрирующей металлической сеткой 4 и разделяется на крупные, не прошедшие через отверстие сетки, и мелкие песчаные фракции. Крупные частицы сразу попадают в горячий элеватор, а мелкие, расход которых регулируется задвижкой-регулятором 2, поступают в трубопровод-активатор 10, где подхватываются закрученным воздушным потоком, создаваемым вентилятором 1. При движении песко-воздушной смеси по активирующему элементу за счет трения о его стенки поверхность частиц песка трибоэлектризуется и на выходе из него через форсунку 6 обрабатывается ПАВ. Трибоактивированный материал осаждается в циклоне 8, поступает в горячий элеватор 5 и далее – согласно технологической линии приготовления асфальтобетонной смеси.

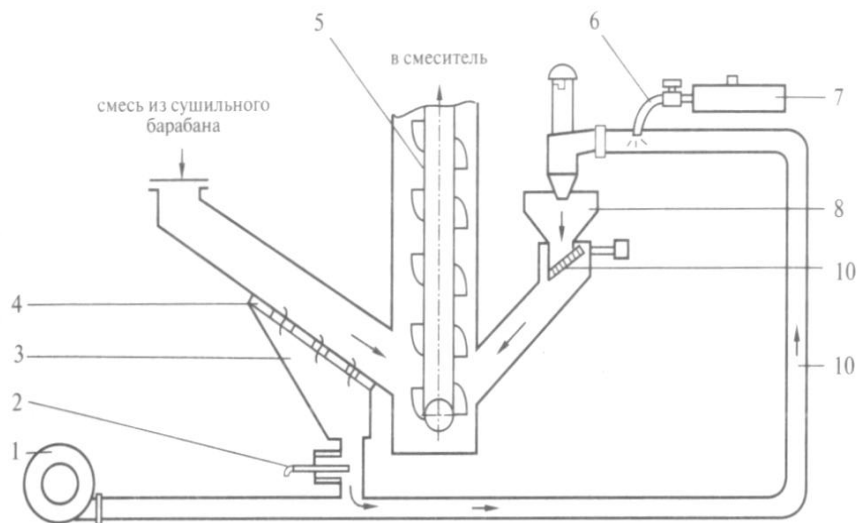


Рисунок 6.3 – Технологическая линия для получения трибоактивированных песков: 1 – вентилятор, 2 – шиберная задвижка, 3 – приемный бункер

песка, 4 – вибрирующая металлическая сетка, 5 – горячий элеватор, 6 – устройство для подачи ПАВ, 7 – емкость для ПАВ, 8 – циклон, 9 – дроссельная заслонка, 10 – трубопровод-активатор

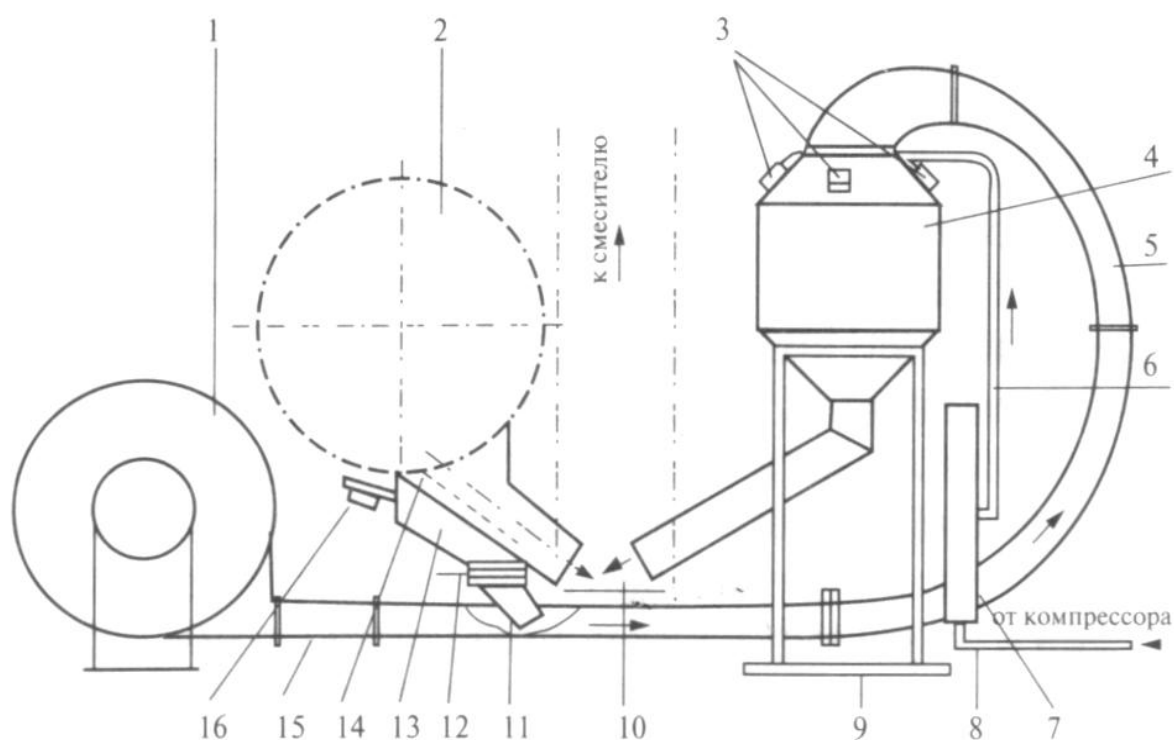


Рисунок 6.4 – Опытно-промышленная установка для трибоактивации песков: 1 – вентилятор высокого давления, 2 – сушильный барабан, 3 – форсунки для ПАВ, 4 – циклон, 5 – трубопровод-активатор, 6 – трубопровод для ПАВ, 7 – бак для ПАВ, 8 – трубопровод для сжатого воздуха, 9 – стойка, 10 – горячий элеватор, 11 – диффузор, 12 – задвижка, 13 – бункер, 14 – сетка, 15 – переходник, 16 – вибратор

Применение трибоактивированных песков в асфальтобетоне позволяет значительно повысить эксплуатационные свойства последнего за счет увеличения прочности адгезионной связи органических вяжущих к поверхности минеральных материалов (что особенно важно при применении кремнеземистых промышленных отходов и местного сырья).

Лабораторная работа № 7

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ БИТУМОХРАНИЛИЩА

Тепловой расчет битумохранилища включает определение требуемого количества тепла и параметров нагревательных приборов. При этом следует установить: количество тепла, полезно расходуемого для нагрева битума; потери тепла при разогреве битума в битумохранилище; поверхность нагрева нагревательных приборов и необходимую длину труб; расход пара или электроэнергии и выбор источника тепла.

При двухступенчатой схеме подогрева битума расчет производят по каждой ступени отдельно: сначала определяют расход тепла на разогрев битума в битумохранилище для обеспечения его поступления в приямок, затем расход тепла на разогрев в приямке для возможного перекачивания его по трубопроводам (рисунок 7.1).

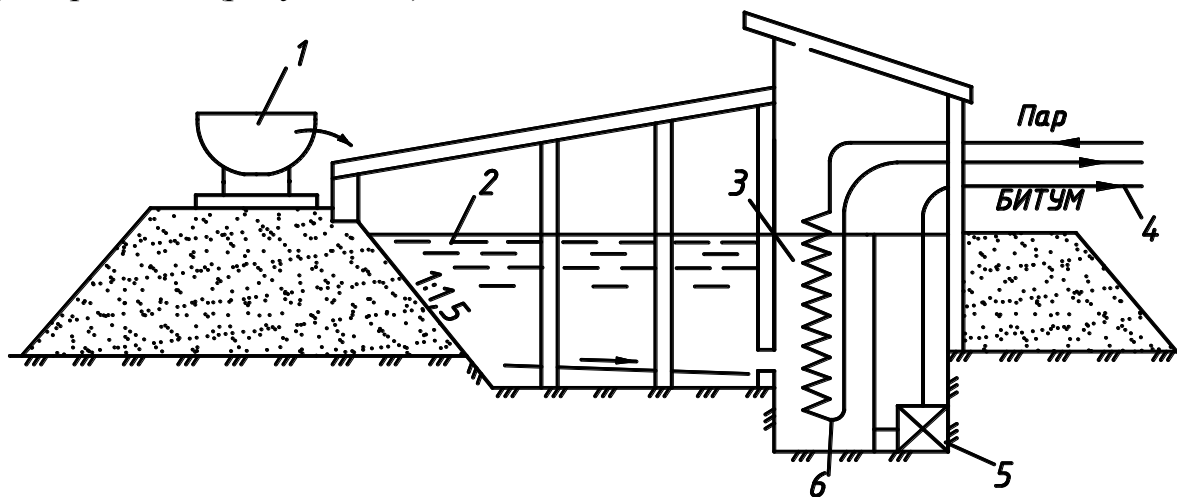


Рисунок 7.1 – Битумохранилище (склад битума): 1 – железнодорожный бункер; 2 – битум; 3 – приямок; 4 – битумопровод; 5 – битумный насос; 6 – нагреватель приямка

Количество тепла, необходимое для нагрева битума в хранилище, выражается следующей формулой:

$$Q = Q_1 + Q_2, \quad (7.1)$$

где Q_1 – количество теплоты, затрачиваемое на плавление битума кДж/ч; Q_2 – количество теплоты, затрачиваемое на подогрев битума кДж/ч.

Количество теплоты, необходимого для предварительного нагрева (плавления) битума, равно

$$Q_1 = G \cdot C_6(t_2 - t_1), \quad (7.2)$$

где G – производительность битумохранилища по выдаче битума, кг/ч ($G=3000$ кг/ч);

$$G = \frac{V_6}{D_{p.c.} \cdot T} \quad (7.3)$$

C_6 – теплоемкость битума, зависящая от его температуры, кДж/кг·°С ($C_6=1,47$ кДж/кг·°С); t_1 и t_2 – начальная и конечная температуры битума, °С ($t_1=10^\circ\text{C}$, $t_2=60^\circ\text{C}$).

Количество тепла, необходимого для расплавления битума (скрытая температура плавления), равно

$$Q_2 = \mu \cdot G, \quad (7.4)$$

где μ – скрытая теплота плавления битума, кДж/кг ($\mu = 126$ кДж/кг).

Потери тепла при разогреве битума в битумохранилищах происходят: от битума в хранилище через дно и стенки; от зеркала битума в битумохранилище; от нагретого битума в приемке битумохранилища через дно и стенки; от нагрева и испарения воды, находящейся, в битуме.

Потери тепла в окружающую среду

$$Q_3 = a_{\text{дн}} \cdot F_{\text{дн}} (t_2 - t_0) + a_{\text{б}} \cdot F_{\text{б}} (t_2 - t_1), \quad (7.5)$$

где $a_{\text{дн}}$ – коэффициент теплоотдачи от битума к дну хранилища, кДж/м²·ч·°С ($a_{\text{дн}}=1,68$ кДж/м²·ч·°С); $F_{\text{дн}}$ – площадь днища битумохранилища, м² ($F_{\text{дн}}=185$ м²); t_0 – температура днища и стенок битумохранилища, °С ($t_0=10$ °С); $a_{\text{б}}$ – коэффициент теплоотдачи в вышележащие слои битума, кДж/м²·ч·°С ($a_{\text{б}} = \lambda/\delta$); δ – толщина слоя битума, м ($\delta = 2,0$ м); λ – коэффициент теплопроводности, кДж/м²·ч·°С; для битума $\lambda=(0,2\gamma_{\text{б}}+0,1\gamma_{\text{б}}^2)(1+\beta t_2)$; $\gamma_{\text{б}}$ – плотность битума, г/см³ ($\gamma_{\text{б}}=1$ г/см³); β – коэффициент, равный 0,025; $F_{\text{б}}$ – площадь поверхности битума, м² ($F_{\text{б}}=185$ м²).

Полный расход тепла на предварительный разогрев битума в хранилище

$$Q_{\text{хр}} = Q_1 + Q_2 + Q_3, \quad (7.6)$$

Количество тепла, необходимого для разогрева битума в приемке, равно

$$Q_4 = G \cdot C_{\text{б}} (t_2' - t_2), \quad (7.7)$$

где t_2 и t_2' – начальная и конечная температуры битума, °С ($t_2=60$ °С, $t_2'=90$ °С).

Потери тепла в окружающую среду при нагреве битума в приемке

$$Q_5 = a_{\text{дн}} \cdot F_{\text{дн}}' (t_2' - t_0) + a_{\text{см}} \cdot F_{\text{см}} (t_2' - t_0) + a_3 \cdot F_3 (t_2' - t_1), \quad (7.8)$$

где $a_{\text{дн}}$ – коэффициент теплоотдачи от битума к дну ($a=1,68$ кДж/м²·ч·°С); $F_{\text{дн}}'$, $F_{\text{см}}$ – площадь дна и стенок, соприкасающихся с грунтом ($F_{\text{дн}}'=10$ м², $F_{\text{см}}=10$ м²); F_3 – площадь зеркала, ($F_3=10$ м²); t_0 – температура дна и стенок приемки ($t_0=10$ °С); $a_{\text{см}}$ – коэффициент теплопередачи через стенку приемки ($a_{\text{см}}=25,6$ кДж/м²·ч·°С); a_3 – коэффициент теплопередачи от зеркала битума к воздуху, $a_3=(5/\Sigma)^2+0,05$, где $\Sigma=60$ ° – вязкость по Энглеру.

Полный расход тепла для разогрева битума в приемке

$$Q_{\text{пр}} = Q_4 + Q_5, \quad (7.9)$$

Полный расход тепла в отсеке битумохранилища при работе с выдачей битума 3 т/ч

$$Q = Q_{\text{хр}} + Q_{\text{пр}}, \quad (7.10)$$

Расход пара на подогрев битума в битумохранилище при работе с выдачей битума 3 т/ч

$$N = Q / q, \quad (7.11)$$

где q – теплосодержание пара ($q=662,3$ ккал/кг = 2800 кДж).

Поверхность нагрева паровых труб для нагрева днища битумохранилища

$$F_n = \frac{Q_{xp}}{K \cdot \left(\frac{T_n + T_o}{2} - \frac{t_1 + t_2}{2} \right)}, \quad (7.12)$$

где T_n – температура насыщенного пара при данном давлении (при $p = 0,8$ МПа, т.е. 8 атм, $T_n = 169,6^\circ\text{C}$); T_o – температура конденсата при $p = 0,2$ МПа, т.е. 2 атм, $T_o = 119,6^\circ\text{C}$; t_1 и t_2 – начальная и конечная температуры битума, град; K – коэффициент теплопередачи через стенки стальных труб регистров, который можно принимать равным $168 \text{ кДж/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}$ при $t < 100^\circ\text{C}$ и $252 \text{ кДж/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}$ при $t > 100^\circ\text{C}$.

После определения необходимой поверхности нагрева паровых труб принимают диаметр трубы, определяют поверхность 1 м трубы данного диаметра и общую длину труб.

При этом выбор диаметра и длины труб следует увязывать с обоими габаритными размерами нагревательного элемента и местом его размещения в битумохранилище.

Необходимая длина труб

$$L_{mp} = \frac{F_n}{f}, \quad (7.13)$$

где f – площадь поверхности 1 м трубы ($f = \pi D l$); D – диаметр трубы, м; $l = 1$ м.

$$f = \pi \cdot D \cdot l \quad (7.14)$$

Сведения о размерах стальных труб приведены в приложении Г.

Лабораторная работа № 8

РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ НЕОБХОДИМЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НА АБЗ

В состав энергетического хозяйства асфальтобетонного завода входит парокотельное отделение, компрессорное отделение, электрораспределительное устройство и инженерные устройства по водоснабжению.

8.1 Расчет потребности в паре

Парокотельное хозяйство обеспечивает выполнение следующих операций: подогрев органических вяжущих материалов в железнодорожных бункерах перед выгрузкой битума и в битумохранилищах перед перекачиванием в битумоплавильни, обогрев битумопроводов, распыление жидкого топлива через форсунки, отопление зданий в зимний период, горячее водоснабжение.

Суммарная потребность пара на асфальтобетонном заводе

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5, \quad (8.1)$$

где P_1 – расход пара на слив битума из железнодорожных цистерн; P_2 – то же, на нагрев вяжущего в битумохранилищах; P_3 – то же, на обогрев трубопроводов; P_4 – то же, на распыление топлива в форсунках; P_5 – то же, на отопление.

Расход пара на нагрев битума в битумохранилище, приемке, в железнодорожном вагоне определяется по формуле

$$P_1 = Q_1 / q; \quad P_2 = Q_2 / q, \quad (8.2)$$

где Q_1 – потребное количество тепла на подогрев битума через паровые рубашки или змеевики железнодорожных полувагонов и цистерн, сведения о которых приведены в [5] таблицы 21, 22, определяется по формуле

$$Q_1 = \frac{G \cdot C(t_2 - t_1)}{T_p} \eta \cdot n_e, \text{ дж/ч}, \quad (8.3)$$

где G – количество одновременно разогреваемого битума в цистерне или полувагоне, кг; C – удельная теплоемкость битума, при $t=60-80^\circ\text{C}$ равная 1675 дж/кг $^\circ\text{K}$; t_2 – конечная температура нагрева битума (80°C); t_1 – начальная температура битума (для Республики Беларусь: зимой -10°C , летом $+10^\circ\text{C}$); η – коэффициент теплопотерь (1,15-1,20); n_e – количество одновременно выгружаемых вагонов; T_p – нормативное время выгрузки (устанавливается Министерством транспорта и коммуникаций и составляет для цистерн 4 часа, для полувагонов – 2 часа; Q_2 – расход тепла на нагрев вяжущего в битумохранилище и приямке (см. выше); q – теплосодержание пара, ккал/кг.

Расход пара на обогрев трубопровода определяют из расчета, что потери тепла на 1 м битумопровода диаметром 75-100 мм равны 150 ккал/ч. Тогда суммарные потери тепла за 1 ч при длине трубопровода L_{mp} составляют

$$Q_3 = 150 \cdot L_{mp} \text{ ккал/ч},$$

и расход пара (в кг) будет

$$P_3 = Q_3 / q, \quad (8.4)$$

где q – теплосодержание 1 кг пара, ккал/кг.

Суммарный расход пара на распыление топлива в форсунках (вкг/ч)

$$P_4 = q' \Sigma \Pi \cdot q_T, \quad (8.5)$$

где q' – удельный расход пара, подаваемого через форсунку на 1 кг израсходованного топлива, кг (при тепловых расчетах сушильных барабанов принимают $q'=0,6$ кг); $\Sigma \Pi$ – суммарная производительность асфальтосмесительных установок; q_T – удельный расход топливана 1 т приготавливаемой асфальтобетонной смеси, кг (в среднем $q_T=8$ кг/т).

Расход пара на отопление P_5 зависит от температуры наружного и внутреннего воздуха, количества и объема производственных и бытовых помещений, характера производственного процесса и количества рабочих.

Зная суммарную потребность пара на АБЗ, определяют необходимую поверхность нагрева котла

$$F_K = \frac{P \cdot K_3 \cdot K_{II}}{q_K}, \quad (8.6)$$

где F_K – поверхность нагрева котла, м 2 ; P – потребность пара, кг/ч; K_3 – коэффициент запаса, учитывающий неравномерность потребления пара, равный 1,2; K_{II} – коэффициент, учитывающий потери пара при подаче его от котельной до мест потребления, равный 1,1-1,2; q_K – паропроизводительность котла – сьем пара с 1 м 2 площади нагрева, которую определяют по [5] (таблица 78).

По установленному значению F_K выбирают количество котлов.

8.2 Расчет потребности в сжатом воздухе

Компрессорное отделение на асфальтобетонных заводах обеспечивает сжатым воздухом выполнение следующих операций: распылении топлива через форсунки, работу пневматических инструментов, пневмо-транспортирование минерального порошка, работу систем автоматики.

Суммарная потребность в сжатом воздухе на АБЗ

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4, \text{ м}^3/\text{мин} \quad (8.7)$$

где V_1 – расход сжатого воздуха на распыление топлива у форсунок; V_2 – то же, на пневматический транспорт минерального порошка; V_3 – то же, на работу пневматических инструментов; V_4 – то же, на работу автоматических систем управления.

Расход сжатого воздуха на распыление топлива у форсунок

$$V_1 = \frac{1}{60} \sum_1^n n \cdot v_1 \cdot q_{\phi} \cdot K, \text{ м}^3/\text{мин} \quad (8.8)$$

где n – количество форсунок различного типа, работающих на заводе; v_1 – удельный расход воздуха на распыление топлива форсункой (ориентировочно принимают $v_1=0,7-1,0$ м³/кг топлива); q_{ϕ} – расход топлива форсунками за 1 ч работы, кг сведения приведены в [5], таблица 3; K – коэффициент одновременности, равный при работе двух форсунок 1,0; трех – 0,90; четырех – 0,85; пяти – 0,82.

Расход сжатого воздуха на пневматический транспорт минерального порошка определяют по формуле

$$V_2 = \frac{1}{60} \cdot \frac{Q}{3,6 \cdot \gamma \cdot \mu}, \text{ м}^3/\text{мин} \quad (8.10)$$

где Q – производительность пневмоустановки, т/ч ($Q=120-150$ т/ч); γ – плотность воздуха, кг/м³ (для нагнетающих устройств $\gamma=1,6-2,0$ кг/м³); μ – массовая концентрация смеси порошка с воздухом, кг/кг, представляющая собой отношение массы транспортируемого материала к массе воздуха и определяемая в зависимости от длины транспортирования:

$L_{mp}, \text{ м}$	100	200	400	800
$\mu, \text{ кг/кг}$	55	38	25	16

Расход сжатого воздуха на работу пневматических инструментов

$$V_3 = \sum_1^n n_i \cdot v_i \cdot K, \text{ м}^3/\text{мин} \quad (8.11)$$

где v_m – расход воздуха каждым механизмом, который определяется из технической характеристики данного механизма, м³/мин ($v_m=2-3,5$ м³/мин); n_m – количество механизмов того или иного типа; K – коэффициент одновременности для данного типа механизмов.

n_m	2	3	4	5	6-8	10
K	1,0	0,90	0,85	0,82	0,80	0,70

Расход сжатого воздуха для работы автоматических систем управления V_4 определяют с учетом технических характеристик потребителей.

Расчетный суммарный расход сжатого воздуха (в м³/мин) составит

$$V_p = V \cdot K_{пв}, \quad (8.12)$$

где $K_{пв}$ – коэффициент, учитывающий потери воздуха в компрессоре и воздуховоде, равный 1,4-1,7.

По полученному требуемому расходу сжатого воздуха выбирают тип и количество компрессоров ([5], таблицы 71-73).

8.3 Расчет потребности в электроэнергии

Источником электроэнергии на АБЗ могут служить трансформаторная подстанция, получающая ток от электрической системы данного района или передвижные электростанции.

Проектирование электроснабжения АБЗ включает: установление необходимой силовой и световой мощности; составление схемы электросети и ее расчет; определение необходимой мощности электростанции или трансформаторной подстанции.

Потребное количество электроэнергии определяется по формуле

$$N = 1,1K_c \left(\frac{\sum N_c}{\cos \varphi} + \sum N_в + \sum N_н \right), \quad (8.13)$$

где K_c – коэффициент, учитывающий потери мощности, равный 1,05-1,10; N_c – суммарная мощность силовых установок, кВт; $N_в$ – то же, внутреннего освещения, кВт; $N_н$ – то же, наружного освещения, кВт; $\cos \varphi = 0,75$ – коэффициент мощности.

Мощность силовых установок $\sum N_c$ определяется суммированием произведений количества каждого вида оборудования на его мощность.

Суммарная мощность внутреннего освещения может быть определена способами ватт, светового потока и др. Относительно прост способ ватт. Требуемая мощность N_l , кВт, для данного помещения или цеха с освещаемой площадью S , м², будет равна

$$N_l = \frac{E \cdot S \cdot K_з}{1000 \cdot E_{cp}}, \quad (8.14)$$

где E – средняя нормативная освещенность данной площади S в лк, которая принимается равной: для площадок у смесителя $E=3$ лк; для проходов и проездов $E=0,5-1,0$ лк; для складских помещений $E=1-2$ лк; для душевых, умывальных, туалетных $E=10$ лк; для производственных цехов $E=20$ лк; для работ с механизмами на открытом воздухе $E=5$ лк; для заводских границ и контуров складов $E=0,5$ лк; для железнодорожных путей $E=2$ лк; $K_з$ – коэффициент, учитывающий снижение освещенности из-за загрязнения ламп и осветительной арматуры, равный 1,30; E_{cp} – средняя удельная горизонтальная освещенность в лк при равномерном расположении светильников по площади, Вт/м², которая принимается по таблице 8.3.

Таблица 8.3 – Значения средней удельной горизонтальной освещенности $E_{ср}$, Вт/м²

Напряжение, В	Значения $E_{ср}^2$, Вт/м ² , для прямого света при мощности ламп, Вт								
	40	60	100	150	200	300	500	750	1000
127	2,6	2,9	3,5	4,0	4,2	4,4	4,8	5,0	5,2
220	2,3	2,5	2,7	3,1	3,4	3,7	4,1	4,4	4,7

В результате расчетов определяют N_i для каждого помещения и путем суммирования получают значение ΣN_g .

Расчет ведется в табличной форме (таблицы 8.4 и 8.5).

Таблица 8.4 – Требуемая мощность, для освещения различных помещений, кВт

	Склад ГСМ	Пожарный сарай	Гардероб и душевая	Туалет	Ремонтная мастерская с мат. складом	Контро-ра	Передвижной контрольный пункт	Лаборатория
E								
S								
K ₃								
E _{ср}								
N _B i								
N _B								

Таблица 8.5 – Требуемая мощность, для освещения наружных площадей, кВт

	Ж/д пути	Проходы и проезды	Площадки у смесителя	Заводские границы и контуры складов	Площади для работы с механизмами на открытом воздухе
S					
E					
K ₁					
K ₂					
F _i					
F					

Мощность наружного освещения рассчитывают следующим образом. Для освещения территории целесообразно использовать прожекторы, монтируемые на стационарных или передвижных мачтах. Расчет сводится к определению по нормативной освещаемости количества прожекторов и их мощности.

Суммарный световой поток F в лм, необходимый для освещения площади S , равен

$$F = \Sigma S \cdot E \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (8.15)$$

где S – площадь, подлежащая освещению, м^2 ; E – средняя нормативная освещенность данной площади S , лк; K_1 – коэффициент, учитывающий потери света за пределами освещаемой площади, равный 1,15-1,50; K_2 – коэффициент, учитывающий потери света из-за загрязнения ламп, отражателя, защитного стекла, равный 1,2-1,5.

Необходимое число прожекторов

$$n = \frac{F}{f}, \quad (8.16)$$

где f – световой поток данного типа прожектора в пределах угла рассеивания, лм, принимаемый из технической характеристики ламп накаливания и приведенный в таблице 8.6.

Таблица 8.6 – Технические данные ламп накаливания общего назначения

Мощность, Вт	40	60	100	150	200	300	500	750	1000	1500
Световой поток f , лм, при напряжении	400	715	1350	2000	2800	4600	8300	13100	18600	29000

Например, для прожектора ПЗ-Э5 угол рассеивания в горизонтальной плоскости равен 26° , в вертикальной – $18,5^\circ$, $f=3200$ лм. Мощность всех прожекторов

$$\sum N_n = n \cdot \omega, \quad (8.17)$$

где ω – мощность лампы для данного прожектора ($\omega=0,2-1,0$ кВт).

Определив общую требуемую мощность по формуле (4.38), вычисляют расчетную мощность, необходимую для выбора силового оборудования, по формуле

$$N_p = \frac{N \cdot K_{II}}{\eta \cdot \cos \varphi}, \quad \text{кВт}, \quad (8.18)$$

где K_{II} – коэффициент, учитывающий потери в сети, равный 1,05-1,1; η – КПД установки, равный 0,85-0,95; $\cos \varphi$ – коэффициент мощности, равный 0,75-1,0.

Источниками электроснабжения могут быть передвижные электростанции и стационарные, ток которых поступает по высоковольтным линиям электропередач. В первом случае определяют требуемое количество передвижных электростанций $ПЭ$, во втором – количество понижающих трансформаторных подстанций $П_{mp}$ ([5], таблица 76):

$$ПЭ = \frac{N_p}{N_{Э}}; \quad П_{mp} = \frac{N_p}{N_{mp}}, \quad (8.19)$$

где $N_{Э}$, N_{mp} – мощность электростанции и транспортной подстанции, кВт.

Передвижные электростанции вырабатывают ток напряжением 220/380 В, от линий электропередач поступает ток напряжением обычно 400, 1000 и 5000 В. На АБЗ используют ток напряжением 220 и 380 В.

При выборе силового оборудования желательно отдавать предпочтение не мощным установкам, а меньшим по мощности 2-3 установкам, что гарантирует работу завода в случае выхода из строя одной из них и упрощает конфигурацию электросети на территории завода.

После выбора оборудования проектируют электросеть – составляют схему, назначают высоту подвески проводов или способы прокладки кабелей, рассчитывают сечение проводов, решают вопросы электробезопасности.

8.4 Расчет потребности в воде

На АБЗ вода расходуется на различные нужды – хозяйственно-питьевые, бытовые, производственные и противопожарные.

Общий расход вода за смену

$$Q = q_1 + q_2 + q_3 + q_4, \text{ л}, \quad (8.20)$$

где q_1, q_2, q_3, q_4 – соответственно расход воды на хозяйственно-питьевые, бытовые, производственные и противопожарные нужды.

Сменная потребность в воде на хозяйственно-питьевые нужды равна

$$q_1 = p \cdot n \cdot K_H, \quad (8.21)$$

где p – количество работников на заводе ($p=24-29$ человек); n – норма потребности в воде на хозяйственно-питьевые нужды на одного работника, принимаемая равной 26 л/смену; K_H – коэффициент неравномерности водопотребления, равный 3.

Расход воды на бытовые нужды определяют по формуле

$$q_2 = m_1 \cdot n_1 + m_2 \cdot n_2, \quad (8.22)$$

где m_1, m_2 – количество кранов и душевых сеток ($m_1=3-4, m_2=3$); n_1 – норма воды на один кран, равная 180-200 л/смену; n_2 – норма воды на одну сетку душа, равная 500 л в смену.

Производственный расход воды может состоять из расхода воды на промывку каменных материалов, поливку территории с целью обеспыливания, приготовление эмульсий, мойку машин и др.

Расход воды на промывку щебня, гравия, песка можно определить по формуле

$$V_1 = v_1 \cdot q_{см}, \quad (8.23)$$

где V_1 – удельный расход воды, л, на промывку 1 м³ каменного материала, который в зависимости от степени загрязненности материала изменяется от 500 до 1500 л/м³; $q_{см}$ – производительность установки по промывке каменного материала, м³/смену ($q_{см}=70-130$ м³/см.).

Расход вода на поливку территории завода определяют по формуле

$$V_2 = S \cdot \frac{P}{m}, \quad (8.24)$$

где S – площадь, подлежащая поливке, м²; P – норма поливки 1 м² территории за сутки, равная 1,5-4 л/м²; m – число рабочих смен в сутках.

Расход воды на приготовление эмульсий

$$V_3 = v_3 \cdot q_3, \quad (8.25)$$

где V_3 – расход воды на приготовление 1 т эмульсии, равный в среднем 500-700 л/т; q_3 – производительность эмульсионной установки, т/смену ($q=30-40$ т/см.).

Расход воды на мойку автомобилей определяют по формуле

$$V_4 = v_4 \cdot N, \quad (8.26)$$

где v_4 – норма расхода воды на мойку одного автомобиля, принимается в расчетах равной 500 л в сутки; N – количество автомобилей.

Если на АБЗ приготавливается также раствор или цементобетон, то расход воды определяют по формуле, аналогичной (4.46). При этом удельные расходы вода принимаются равными: на приготовление 1 м^3 известкового раствора – 250-300 л, цементного – 200-300, дорожного цементобетона – 250-300 л. Следовательно, суммарный расход воды на производственные нужды будет равен

$$q_3 = V_1 + V_2 + V_3 + V_4, \quad (8.27)$$

Расход воды на противопожарные нужды в литрах за смену для дорожных производственных предприятий, с площадью территории менее 100 га определяют, принимая, что на территории предприятия в течение смены не может возникнуть более одного пожара, причем пожар должен быть ликвидирован максимум за 3 часа. При таких допущениях требуемый нормативный расход воды составляет 5 л/с. Следовательно, общий расход воды на тушение пожара

$$q_4 = 3 \cdot 3600 \cdot 5 = 54000 \text{ л}. \quad (8.28)$$

После установления суммарного расхода воды вычисляют расчетный расход по формуле

$$Q_p = \frac{Q \cdot K_1 \cdot K_2}{3600 \cdot T} \text{ л/с}, \quad (8.29)$$

где K_1 – коэффициент неравномерности водопотребления в течение смены, равный 1,1-1,6; K_2 – коэффициент, учитывающий утечку воды, равный 1,15-1,25; T – продолжительность смены, ч ($T=8,0$ ч).

По величине Q_p определяют необходимый диаметр водопроводной сети

$$d = \sqrt{\frac{4Q_p}{\pi \cdot 1000v}}, \text{ м}, \quad (8.30)$$

где v – скорость течения воды в трубах, равная 1-1,5 м/с.

Окончательный выбор диаметра водопроводной сети производится согласно приложению Г.

Источниками водоснабжения могут быть местная водопроводная сеть или скважины подземных вод. Выбор источника и определение качества вода регламентируются ГОСТ 23702 и ГОСТ 2674 на питьевую воду. Все вопросы, связанные с водоснабжением, согласовываются с местными органами государственного санитарного надзора.

Предпочтение следует отдавать снабжению завода водой от действующей сети. При организации снабжения из скважин устраивают временные водозаборы, фильтры для очистки вода, разводящую сеть и водонапорную башню. Водопроводную сеть из стальных труб укладывают в траншеи с учетом глубины промерзания. Минимальный напор вода в наиболее отдаленной точке должен быть не менее 1,5-2 атм. Конфигурация сети обуславливается расположением зданий у сооружений на территории АБЗ.

Если снабжение завода водой из указанных источников организовать нельзя, ее доставляют цистернами или поливомоечными машинами в запасной

резервуар завода. На территории завода следует предусматривать пожарный водоем емкостью не меньше 100 м^3 .

Лабораторная работа № 9

РАЗРАБОТКА ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА ЗАВОДА С ПОДРОБНЫМ ОПИСАНИЕМ ЕГО РАБОТЫ

Разработке генерального плана АБЗ предшествует определение размеров всех зданий и сооружений, площадей под склады материалов, стоянки машин и проезды. На стационарных заводах устраивают здания капитального типа, на временных – используют сборно-разборные здания или вагончики.

На генеральном плане указывается расположение смесительно-дозировочного цеха, плавильной, установки, складов минеральных материалов, битумохранилище, лаборатории, конторы, транспортных путей, коммуникаций энергохозяйства и др. Пример генпланов АБЗ показан на рисунках 9.1 и 9.2.

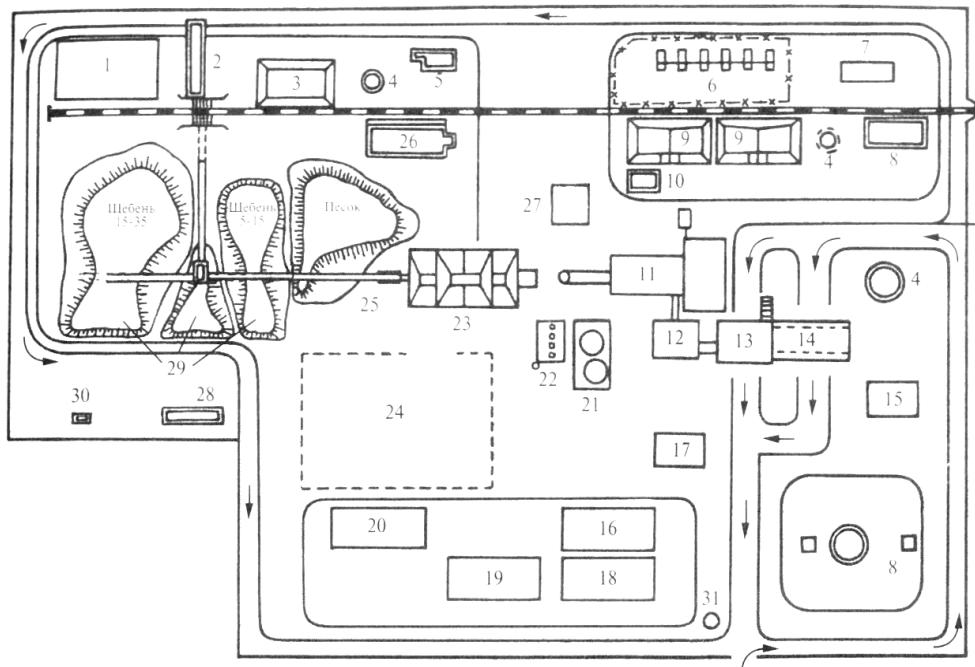


Рисунок 9.1 – Генеральный план АБЗ: 1 – склад топлива и масел; 2 – разгрузочная площадка; 3 – склад твердого топлива; 4 – пожарный резервуар; 5 – парокотельная и душ; 6,9 – битумохранилище; 7 – песок; 8 – пожарный сарай; 10 – установка для обезвоживания и нагрева битума; 11 – сушильный барабан; 12 – дозирочно-сортировочные агрегаты; 13 – смесительный агрегат; 14 – накопительный бункер; 15 – площадка для машин потребителей смеси; 16 – место для курения и отдыха; 17 – лаборатория; 18 – гардероб; 19 – ремонтная мастерская; 20 – склады минеральных и запасных частей; 21 – расходные силосы минерального порошка; 22 – агрегат обеспыливания и удаления газов и дыма; 23 – агрегат грубого дозирования (агрегат питания); 24 – резервная площадка для минерального порошка; 25 – ленточный транспортер; 26 – цех приготовления минерального порошка; 27 – пульт управления АБЗ; 28 – умывальник и гардероб; 29 – склад минеральных материалов; 30 – туалет; 31 – охрана

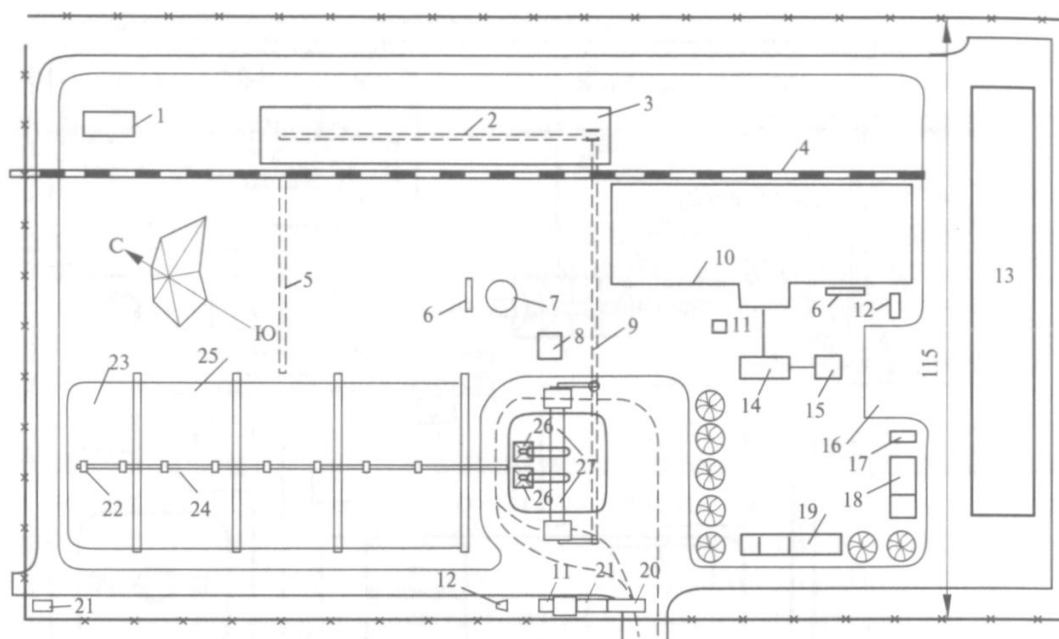


Рисунок 9.2 – Генеральный план АБЗ с двумя смесителями: 1 – склад топлива и смазочных материалов; 2 – шнек для выдачи минерального порошка; 3 – склад минерального порошка; 4 – железнодорожный тупик; 5 – разгрузчик; 6 – пожарные щиты; 7 – склад мазута; 8 – пульт автоматизированного управления АБЗ; 9 – шнек для подачи минерального порошка к смесителю; 10 – битумохранилище; 11 – трансформаторные подстанции; 12 – туалет; 13 – склад для хранения холодной асфальтобетонной смеси; 14 – битумоплавильная установка; 15 – установка для приготовления поверхностно-активных веществ; 16 – площадка для стоянки машин; 17 – душевая; 18 – механическая мастерская и склад; 19 – контора, лаборатория; 20 – весовая; 21 – проходная; 22 – вибропитатель; 23 – склад песка; 24 – транспортер; 25 – склад щебня; 26 – бункер с питателями; 27 – смесители

При разработке генеральных планов АБЗ необходимо учитывать ряд рекомендаций.

Площадь завода должна быть минимальной и компактной и вместе с тем дающей возможность удобно расположить все необходимое оборудование. Для завода выбирают сравнительно ровную площадку (1,5-2,5 га) с уклоном, обеспечивающим сток поверхностной воды.

Основным принципом проектирования генплана является рациональное расположение оборудования, при котором в полной мере соблюдается принятая технологическая схема с наименьшими затратами на переработку сырья и транспортировку материалов. Поэтому движение материала от одного агрегата к другому должно быть прямоточным, по кратчайшему пути без дополнительных перегрузок. При этом встречные маршруты должны быть исключены.

На генеральном плане притрассового АБЗ прежде всего располагают смесительные установки, все остальное оборудование размещают в соответствии с принятой технологией.

На прирельсовых заводах исходным базисом является железнодорожная линия, вблизи которой размещают битумохранилище, склады песка, щебня и

минерального порошка. Смесительное отделение располагают недалеко от складов материалов и битумохранилища. При приготовлении асфальтобетонной смеси потребность в щебне больше, чем в песке, поэтому штабеля щебня должны быть расположены ближе к смесителю.

Склады щебня, песка, минерального порошка следует располагать по возможности ближе к смесительному цеху. Это сокращает стоимость транспортировки грузов любыми средствами. При доставке каменных материалов по железной дороге целесообразно, чтобы разгрузочные площадки находились непосредственно у путей сообщения.

Большое значение имеет проектирование внутризаводских транспортных путей и площадок. Чтобы избежать встречного движения автомобильного транспорта, целесообразно проектировать кольцевое и сквозное движение автомобилей. Ширина проездов предусматривается не менее 5,5 м при двухстороннем и 3,5 м – при одностороннем движении. Радиусы поворотов автомобилей должны быть не менее 15-20 м. Проходы для обслуживающего персонала между штабелями принимают 0,8-1,2 м.

Расстояние от оси железной дороги до складских помещений при колее 1524 мм – 2,1-5,0 м. Приближение автомобильных дорог, измеряемое от края проезжей части до складских помещений, – 1,5-3,0 м. Желательно, чтобы завод имел два въезда (выезда) и один из них был оборудован весами. Перед смесителями устраивают площадку размером не менее 500-600 м² для погрузки, маневрирования и кратковременной стоянки автомобилей. Радиусы поворотов – не менее 15 м. Транспортные пути и площадки должны иметь твердое покрытие.

Принципиальное решение всего генплана АБЗ существенно зависит от размещения (компоновки) смесителей (особенно, если их по расчету несколько). Схема возможного размещения смесителей приведена на рисунке 9.3.

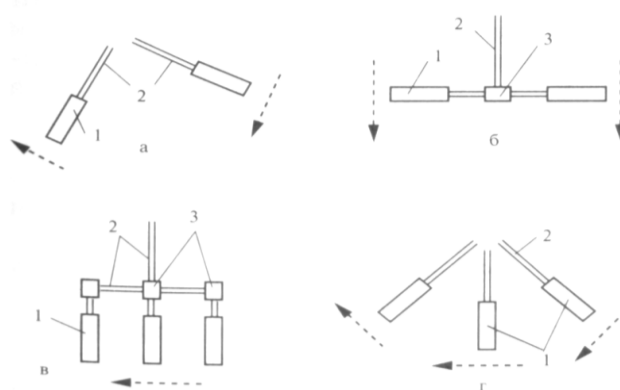


Рисунок 9.3 – Схема размещения смесительных установок: а – раздельная, б – прямолинейная, в – параллельная, г - кольцевая; 1 – смеситель; 2 – транспортер; 3 – накопительный бункер (стрелками указано направление движения автомобилей-самосвалов)

Битумохранилище следует располагать поблизости от железнодорожной колеи, плавильни и смесителей, чтобы упростить процессы выгрузки и погрузки

вяжущего. Битумоплавильню располагают непосредственно у смесителей с целью уменьшения потерь тепла при транспортировке вяжущего. Битумные и паровые трубопроводы нецелесообразно заглублять в землю из-за сложности отыскания мест повреждений и ремонта их.

Склады жидкого топлива и масел располагают в районе склада песка или щебня, то есть негорючих материалов (лучше за пределами площадки АБЗ).

Административный блок (контору, лабораторию, столовую-буфет) и санитарно-бытовой (душевые, умывальные, медпункт, туалетные) целесообразнее отделять от промышленного блока (смесителей, складов, плавильни, мастерских), чтобы пыль и газ не проникали на территорию этих блоков.

На стационарных заводах расстояния между зданиями и сооружениями принимают в зависимости от степени их огнестойкости:

Степень огнестойкости	I и II	III	IV и V
Расстояние, м	9 - 12	9 - 15	12 - 18

Всю территорию АБЗ ограждают. На территории завода должны быть зеленые насаждения, цветники.

Генеральный план вычерчивают в масштабе 1:500 (1:250). На план наносят все здания и сооружения с указанием их размеров и расстояний между ними; показывают битумопроводы, разводку электрической сети, проезды, площадки, склада песка, щебня, розу ветров, оборудования и т.д. На АБЗ организуют пост охраны, который обеспечивает контроль вывоза материальных ценностей и прохода людей, электроосвещение рабочих мест, складов и дорог.

Лабораторная работа № 10

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРИГОТОВЛЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ НА ЗАВОДЕ

Для обеспечения выпуска качественной продукции заводская лаборатория осуществляет систематический контроль поступающих на завод материалов, она же контролирует технологический процесс приготовления смесей и готовую продукцию.

10.1 Контроль поступающих на завод материалов

Контроль поступающих на завод материалов проводится в соответствии с требованиями по строительству дорожных асфальтобетонных покрытий.

Из поступающего на завод щебня отбирают один раз в два-три дня пробы, по которым определяют его физико-механические свойства в соответствии с ГОСТ 8267: дробильность в цилиндре и марку по прочности, потери при истирании в полочном барабане, морозостойкость при непосредственном замораживании. Контролируют также зерновой состав и степень загрязнения материалов.

Качество песка контролируют, руководствуясь ГОСТ 8736. Определяют модуль крупности, который должен быть не меньше 2-2,5, и

гранулометрический состав (в песке недопустимы органические примеси, а количество глинистых и пылеватых частиц не должно превышать 3%).

Качество минерального порошка контролируют, руководствуясь ГОСТ 16557. Отбирают одну пробу массой 2-3 кг на каждые 20 т. Если порошок поступает отдельными партиями весом менее 20 т, то пробы отбираются из каждой партии. Для минерального порошка определяют гранулометрический состав, пористость, набухание образцов из смеси минерального порошка с битумом, показатель битумоемкости, влажность.

Органические вяжущие проверяют, руководствуясь требованиями ГОСТ 22245 и ГОСТ 11955.

Для вязких битумов определяют глубину проникания иглы пенетрометра при 25°C и 0° С, растяжимость при 25°C и 0°C, температуру размягчения по кольцу и шару, температуру хрупкости и вспышки, сцепление с мрамором или песком, изменение температуры размягчения после прогрева, содержание водорастворимых соединений.

Для жидких битумов определяют условную вязкость по вискозиметру с отверстием 5 мм при 60°C, температуру размягчения остатка после определения количества испарившегося разжижителя, температуру вспышки в открытом тигле, испытание на сцепление с мрамором или песком.

При каждой загрузке котлов и плавильной установки лаборатория определяет глубину проникания иглы, температуру размягчения вязких битумов и условную вязкость жидких битумов.

10.2 Контроль за технологическим процессом приготовления смесей

Контроль за технологическим процессом приготовления смесей на АБЗ заключается в периодических проверках правильности его протекания. Контроль равномерности подачи материалов со складов в сушильный и дозировочный цехи осуществляется автоматическими устройствами.

Периодически контролируется дозирование компонентов смесей. Погрешность дозирования не должна превышать $\pm 3\%$ для минеральных составляющих и $\pm 1,5\%$ для органических вяжущих по массе.

Для получения качественной смеси большое внимание необходимо уделять процессу перемешивания. Контролируют продолжительность перемешивания и однородность смеси.

Систематически контролируют температурный режим компонентами смеси. Режим сушки каменных материалов должен обеспечить их обезвоживание и равномерный нагрев до рабочей температуры. Температура готовой горячей асфальтобетонной смеси при выходе из смесителя должна быть в пределах 140-160°C. Рабочая температура битума должна быть в пределах 140-160°C. В последнее время этот контроль осуществляется автоматически. Через каждые 2-3 часа контролируют температуру минеральных материалов, органических вяжущих (в хранилище, приемке и плавильной установке) и асфальтобетонной смеси (в мешалке и при выгрузке в транспортные средства).

10.3 Контроль за качеством готовой смеси

Контроль за качеством готовой смеси производится следующим образом. Из каждого вида смеси отбирают 1-2 пробы в смену массой 2-10 кг в зависимости от размера зерен минерального материала и формируют стандартные образцы по ГОСТ 12801. При контроле качества смесей определяют следующие показатели: среднюю плотность, водонасыщение и набухание, % по объему, пределы прочности при сжатии образцов R_{20} , R_{50} , R_0 , $R_{\text{вод}}$, коэффициент водостойкости, сцепление битума с минеральной частью. Для холодных смесей определяют показатель слеживаемости 2-3 раза в смену. Обязательно также производится определение пористости минерального остова и остаточной пористости асфальтобетона.

Полученные показатели физико-механических свойств асфальтобетона в зависимости от марок смесей и дорожно-климатической зоны должны соответствовать требованиям ГОСТ 9128.

Однородность смеси по цвету, наличие не промешанных комьев, подвижность определяют визуально.

Если в процессе приготовления смесей используются ПАВ, то дополнительно осуществляется контроль в соответствии с требованиями инструкции по их применению.

Качество готовой асфальтобетонной смеси формируется на всех этапах ее приготовления и применения в дорожных покровах. Задача управления качеством на АБЗ – исключить возникновение недопустимых отклонений качественных параметров на каждой технологической операции приготовления асфальтобетонных смесей. Большую роль в эффективности контроля и управления качеством на всех его стадиях (входной, текущий, приемочный) играют ЭВМ. Широкое применение начинают получать статистические методы контроля [12]. Большое значение приобретают экспресс-методы контроля асфальтобетона, проводимые в заводской лаборатории. Методические рекомендации по повышению эффективности работы АБЗ изложены в [16].

Испытания смесей и асфальтобетона с определением остаточной пористости, пористости минерального остова, водонасыщения, набухания, предела прочности при сжатии при температурах 20 и 50 °С, предела прочности при сдвиге при температуре 50 °С, предела прочности при растяжении при температуре 0 °С, однородности, индекса сопротивления пластическим деформациям, индекса трещиностойкости, коэффициента водостойкости при длительном водонасыщении в агрессивной среде после 14 и 28 сут, коэффициента морозостойкости после 50 циклов замораживания-оттаивания, состава минеральной части смеси и содержания вяжущего, сцепления битума с поверхностью минеральной части смеси и стекания вяжущего для щебеночно-мастичных смесей, слеживаемости холодных смесей производят по СТБ 1115.

Остаточную пористость асфальтобетона определяют на основании пикнометрического метода определения истинной плотности асфальтобетона по СТБ 1115.

Однородность асфальтобетонов из смесей марок I и II оценивается по коэффициенту вариации предела прочности при сдвиге при температуре 50°C, который должен соответствовать значениям, приведенным в таблице 5.1.

Однородность асфальтобетонов из смесей марки III оценивается визуально.

Уплотнение асфальтобетона из щебеночно-мастичной смеси контролируют по показателям остаточной пористости и водонасыщения кернов или вырубков, отобранных из покрытия.

Удельную эффективную активность естественных радионуклидов в минеральных материалах, используемых для приготовления смесей, определяют по ГОСТ 30108 в радиометрических лабораториях центров стандартизации и метрологии.

Лабораторная работа № 11

ОХРАНА ТРУДА, ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА

В ходе работы должны быть разработаны мероприятия по охране труда, окружающей среды и противопожарной защите на АБЗ, чтобы создать условия, гарантирующие полную безопасность работы и устранение вредного воздействия каких-либо факторов на здоровье работающих.

Ответственными исполнителями мероприятий по охране труда на АБЗ являются производители и старшие производители работ, а также мастера отдельных цехов. В пределах порученных им объектов они обязаны:

- проводить вводный (при поступлении на работу) и повторные инструктажи на каждом рабочем месте, а также повседневный контроль, инструктаж и обучение рабочих безопасным приемам работы;
- обеспечивать рабочих спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты и контролировать правильное их использование;
- отвечать за исправное состояние и своевременно исправлять ограждения рабочих мест – лестниц, переходов, контролировать степень освещения рабочих мест, проходов и проездов;
- обеспечивать опасные рабочие места предупредительными надписями, плакатами и инструкциями по безопасным приемам работ, принимать участие в своевременном расследовании несчастных случаев, связанных с производством.

Линейные механики и энергетики на своих участках отвечает за техническое (исправное) состояние машин и оборудования, механизмов подъемных приспособлений, электрооборудования, за контроль исправности силовой и осветительной электропроводки, правильности и надежности заземляющих устройств, электрических машин, оборудования и инструмента, за обеспечение и своевременную установку плакатов, предупредительных надписей по технике безопасности.

Все проходы и переходы, лестницы для подъема и площадки должны быть ограждены перилами высотой 1 м.

Посторонним лицам находиться на рабочих местах в зоне работ машин и оборудования запрещается.

На асфальтобетонных заводах в цехах должны быть аптечки с медикаментами и средствами для оказания первой помощи пострадавшим, газированная или питьевая вода.

На АБЗ должен быть горячий душ, гардероб для повседневной одежды рабочих и спецодежды, которую периодически подвергают дезинфекции и стирке.

Перед пуском асфальтосмесительной установки производят тщательный осмотр топки, форсунок, топливо-паровоздушных или паропроводов. Если все исправно, подают звуковой сигнал "Пуск".

При зажигании форсунки строго придерживаются следующего правила: сначала открывают вентиль подачи пара (или сжатого воздуха), а затем вентиль подачи топлива. Топливо подают вначале слабой струей и уже при горячей форсунке постепенно доводят пламя до требуемой интенсивности. Желательно пользоваться прибором автоматического розжига форсунки.

При ручном управлении регулировать форсунку и разжигать ее можно только стоя сбоку топки, пользуясь факелом на длинной ручке. При прекращении работы вначале закрывают вентиль на топливопроводе и продувают сушильный барабан паром.

Следует помнить, что в начале работы, когда сушильный барабан холодный, имеется опасность выброса горячих газов в сторону топки.

Очистку и ремонт машин производят только с выключенными двигателями, а сушильного барабана – только когда он остыл.

При производстве, транспортировании и работе со смесями должны соблюдаться требования пожарной безопасности согласно СТБ 11.4.01, ППБ 05 и ППБ РБ 1.01.

Охрана окружающей среды. АБЗ являются наиболее активными источниками загрязнения окружающей среды, выбрасывающими атмосферу пыль, окислы серы, углерода, азота, углеводороды и др.

Периодичность контроля за состоянием воздушной среды устанавливается в зависимости от класса опасности вредного вещества:

1 класс – 1 раз в квартал при стабильной регистрации в воздушной среде вредных веществ на протяжении двух последних лет на уровне и ниже ПДК и 1 раз в месяц в случае однократного превышения ПДК в воздухе рабочих мест в предшествующем году;

2 класс – не реже 1 раза в год;

3 и 4 классы – не реже 1 раза в год.

Контроль содержания в воздухе рабочих мест аминов алифатических C₁₇-C₂₀, стирола и уксусной кислоты необходимо осуществлять только при производстве смесей с использованием модифицирующих добавок.

Таблица 11.1 — Предельно допустимые концентрации вредных веществ

Наименование веществ	Величины ПДК, мг/м ³	Классы опасности	Вредное воздействие на организм человека
1	2	3	4
Бенз(а)пирен	0,00015	1	Обладают канцерогенными свойствами, способными вызывать заболевания кожи и глаз
Бензол	15/5	2	
Фенол	0,3	2	Оказывают раздражающее действие на кожу и дыхательные пути, обладают общетоксическим действием, способны вызывать заболевания аллергического характера
Амины алифатические С ₁₇ — С ₂₀ технические	1	2	
Стирол	30/10	3	Вызывают сильное раздражение кожи и слизистых оболочек, при длительном воздействии способны всасываться через кожу и оказывать общее токсическое действие, вызывать аллергию
Уксусная кислота	5	3	
Ангидрид сернистый	10	3	
Окись углерода	20	4	Оказывают раздражающее действие на кожу и слизистые, вызывая нарушение тканевого дыхания
Пары углеводородов битума	300	4	
<i>Примечание</i> — В числителе приведена максимальная разовая ПДК, а в знаменателе — среднемесячная ПДК.			

При приготовлении смесей должны соблюдаться требования по ограничению величины выбросов загрязняющих веществ из асфальтосмесительных установок в окружающую среду и содержанию радионуклидов в исходных материалах для производства смесей.

Нормы предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферу не должны превышать установленных требованиями ГОСТ 17.2.3.02.

Технология приготовления асфальтобетонной смеси такова, что для сушки и нагрева минеральных материалов и битума сжигают жидкое топливо — мазут, соляровое масло. Сушильные барабаны, топки форсунок, обеспыливающих агрегатов полностью не обеспечивают требуемую чистоту отходящих газов. Наиболее эффективным был бы перевод сушки и нагрева материалов на индукционный электрический нагрев, который почти полностью

исключает вредные выбросы, а также исключает необходимость иметь котельное хозяйство, создающее значительные выбросы. При таких условиях резко повышаются санитарно-гигиенические условия и культура производства. Эффективным мероприятием по снижению выбросов в атмосферу является газификация АБЗ, т.е. использование битового газа для форсунок. При использовании газа в качестве топлива содержание окиси углерода в отходящих газах снижается в несколько раз.

Эффективным мероприятием по охране окружающей среды является замена двигателей внутреннего сгорания электродвигателями.

Запыленность атмосферы на территории АБЗ происходит не только от аэрозоля, выбрасываемого в атмосферу, но и от погрузочно-разгрузочных операций. Запыленность и загазованность вредно влияют не только на работающих, но и на окружающую среду.

Загрязненный воздух, содержащий высокие концентрации вредных веществ, опасен для здоровья человека и окружающей среды. Воздушные загрязнения, включающие кислоты, наносят вред зданиям и сооружениям. Загрязнение атмосферы вызывает также заметное ухудшение климата.

Нормы допустимого загрязнения атмосферы зависят от производительности установок по воздуху и предельно допустимой концентрации пыли. Для отечественных АБЗ они составляют 30-140 мг/м³ [6].

Наибольшее количество пыли уносится с дымовыми газами сушильного барабана. Массовые выбросы пыли составляют 1,01-73,13 г/с для всех смесителей. Массовые выбросы окиси углерода колеблются в пределах 0,25-2,3 г/с, сернистого ангидрида – 2-3 г/с, окислов азота – 0,16-0,225 г/с [6].

В настоящее время нет какого-либо одного способа, позволяющего решить проблему предотвращения загрязнения атмосферы. Однако существует ряд мер, которые в комплексе позволяют решить эту проблему: совершенствование технологии производства продукции, обеспечивающей сокращение выбросов (например, переход на применение гранулированного асфальтовяжущего); оснащение предприятий современным оборудованием и пылеулавливающей аппаратурой по очистке газов, дымовых и вентиляционных выбросов и др.

Кроме мер, устраняющих выделение вредных газов, важной экологической мерой, обеспечивающей оздоровление воздушной среды, снижение шума и формирование благоприятного микроклимата для населения, является сохранение и обновление зеленых насаждений.

Противопожарная защита. Для каждого АБЗ или самостоятельного цеха разрабатывается инструкция по обеспечению пожарной безопасности старшим производителем работ или мастером участка, согласовывается с местными органами пожарной охраны и профсоюзным комитетом, утверждается начальником строительного управления и вывешивается на видных местах. Эта инструкция должна определять меры пожарной безопасности и включать в себя: указания по содержанию территории, в том числе подъездных дорог ко всем зданиям и сооружениям; порядок движения транспортных средств по

территории; правила и нормы хранения различных материалов и веществ; систему производства пожароопасных работ; порядок поведения рабочих на территории, а также на местах, где разрешено разводить открытый огонь и курить; правила содержания средств пожаротушения (пожарных щитов с топорами, ломami, лопатами, ведрами, огнетушителями), пожарной связи и сигнализации.

Сигналы пожарной тревоги и телефоны пожарной команды следует вывешивать на видных местах.

Между зданиями и сооружениями должны быть противопожарные разрывы, которые в течение всего года содержат в проезжем состоянии, не допуская даже кратковременного их использования для складирования материалов и оборудования.

Пекарный инвентарь и оборудование должны находиться на видных местах и быть в исправном состоянии. Использование пожарного инвентаря и оборудования для хозяйственных и производственных нужд, не связанных с пожаротушением, запрещается. Водоснабжение для тушения пожара должно осуществляться из водоемов или пожарных гидрантов. Пожарные краны, рукава и стволы следует хранить в закрываемых и опломбированных шкафчиках, дверцы которых должны легко открываться в случае необходимости их использования при возникновении пожара.

Пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения передаются под ответственность мастерам участков или другим ответственным лицам.

Причиной пожара на АБЗ может быть: неисправность нагревательных или отопительных приборов, неисправность оборудования, неосторожное обращение с огнем (особенно в битумном цехе и на складе топлива), искрение, плохое состояние электроустановок и электропроводки, самовозгорание материалов и веществ, разведение огня и курение в недозволенных местах, удары молнии и др.

Для предупреждения пожаров на АБЗ должны быть эффективные противопожарные средства, содержащиеся в постоянной готовности. На АБЗ из рабочих и служащих создают пожарную дружину. Всех работающих на объекте инструктируют о мерах пожарной безопасности своего рабочего места и всего завода.

При возникновении очага пожара каждый работник должен немедленно потушить его подручными средствами или объявить пожарную тревогу и сообщить в местную пожарную охрану. После прибытия пожарной команды работающие поступают в распоряжение руководители тушения пожара и действуют в соответствии с его указаниями.

Пожароопасными на АБЗ являются: битумохранилище, битумоплавильня, склад топлива и различных ПАВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горельшев Н.В. и др. Технология и организация строительства автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1992.
2. Иванов Н.Н., Некрасов В.К. и др. Строительство автомобильных дорог. Т. 1. – М.: Транспорт, 1980.
3. Сиденко В.М., Батраков О.Т., Леушин А.И. Технология строительства автомобильных дорог. Ч. III. – Киев: Вища школа, 1970.
4. Дубровин Е.Н., Колкер И.Я., Старостин Ю.В. и др. Проектирование производственных предприятий дорожного строительства. – М.: Высш. школа, 1975.
5. Колышев В.И., Костин П.П. и др. Асфальтобетонный и цементобетонные заводы: Справочник. – М.: Транспорт, 1982.
6. Соловьев Б.Н., Силкин В.Б. и др. Асфальтобетонные и цементобетонные заводы: Справочник. – М.: Транспорт, 1993.
7. Справочник инженера-дорожника. Строительство автомобильных дорог / Под редакцией В.А.Бочина. – М.: Транспорт, 1980.
8. СТБ 1033-2016. Смеси асфальтобетонные, дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. – Мн.: Госстандарт, 2016.
9. РСН 8.03.127-2007. Сборники ресурсно-сметных норм. Сборник № 27. Автомобильной дороги. – Мн.: Стройиздат.
10. Леонович И.И. Дорожная климатология. – Мн.: БГПА, 1994.
11. Рекомендации по совершенствованию контроля качества производства асфальтобетонной смеси. – М.: Транспорт, 1986.
12. Рокас С.Ю. Статистический контроль качества в дорожном строительстве. – М.: Транспорт, 1977.
13. Ковалев Я.Н. Активационно-технологическая механика дорожного асфальтобетона. – Мн.: Высш. школа, 1990.
14. Производственные предприятия дорожной отрасли/Я.Н. Ковалёв и др. – Мн.: «Арт Дизайн» , 2009. – 256 с.
15. ГОСТ 17.00.04-90. Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения. – М.: Стандарт, 1990.
16. Методические рекомендации по повышению эффективности работы АБЗ и ЦБЗ. – М.: Транспорт, 1985.
17. Справочник строителя. Строительное производство / Под ред. И.А.Онуфриева. – Т. 1, общая часть, ч. 2. – М.: Стройиздат, 1988.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица А.1 – Исходные данные для проектирования

№ задания	Область строительства АБЗ	Годовая потребность в а/б смеси, т	Характеристики смеси			Месторасположения завода
			Наименование смеси	Тип смеси	Классификация смеси по плотности	
1	2	3	4	5	6	7
1	Брестская	35000 29800 29500 29200	м/з к/з к/з м/з	А Б - -	Плотная Плотная Пористая Высокопористая с песком	Прирельсовое
2	Витебская	19000 18800 18600 18500	к/з м/з м/з к/з	А Б Г	Плотная Пористая с ПГС Плотная Пористая	Прирельсовое
3	Гомельская	18200 18000 17800 17500	м/з к/з к/з м/з	Д - А В	Плотная Высокопористая Плотная Плотная	Притрассовое
4	Гродненская	17200 17000 16800 16500	м/з к/з м/з к/з	Б Б А -	Плотная Плотная Плотная Пористая с песком	Притрассовое
5	Минская	16300 16000 15800 15500	м/з к/з м/з к/з	А - Д -	Плотная Пористая с ПГС Плотная Высокопористая	Прирельсовое
6	Могилевская	15200 15000 14800 14600	м/з к/з м/з к/з	Г А Б -	Плотная Плотная Плотная Высокопористая	Прирельсовое
7	Брестская	24500 24200 34000 33800	м/з к/з м/з к/з	- Б В А	Высокопористая Плотная Плотная Плотная	Прирельсовое

08	Витебская	13600 13500 13400 13200	м/з к/з м/з к/з	Д - Б -	Плотная Пористая Плотная Высокопористая	Прирельсовое
9	Гомельская	13000 12800 12600 12500	м/з к/з м/з к/з	Г Б А -	Плотная Плотная Плотная Пористая	Притрассовое
10	Гродненская	13300 13100 12900 12700	м/з к/з м/з к/з	Г А Д Б	Плотная Плотная Плотная Плотная	Притрассовое
11	Минская	12400 12300 12200 12000	м/з к/з м/з к/з	В Б Б А	Плотная Плотная Плотная Плотная	Прирельсовое
12	Могилевская	12100 11900 11800 11700	м/з к/з м/з к/з	- А Б -	Пористая Плотная Плотная Пористая	Прирельсовое
13	Брестская	31600 21500 11400 21300	м/з к/з м/з к/з	Д Б - -	Плотная Плотная Пористая Высокопористая	Притрассовое
14	Витебская	11200 11000 11000 10900	м/з к/з м/з к/з	Б А Г Б	Плотная Плотная Плотная Плотная	Притрассовое
15	Гомельская	10800 10700 10600 10500	м/з к/з м/з к/з	В Б А -	Плотная Плотная Плотная Пористая	Прирельсовое
16	Гродненская	10400 10300 10200 10100	м/з к/з м/з к/з	- А - Б	Пористая Плотная Высокопористая Плотная	Прирельсовое
17	Минская	10000 9900 9800 9700	м/з к/з м/з к/з	Д - Б -	Плотная Высокористая Плотная Плотная	Притрассовое

18	Могилевская	9600	м/з	-	Высокопористая	Притрассовое
		9500	к/з	Б	Плотная	
		9400	м/з	В	Плотная	
		9300	к/з	А	Плотная	
19	Брестская	9200	м/з	Г	Плотная	Прирельсовое
		9100	к/з	А	Плотная	
		9000	м/з	Д	Плотная	
		8900	к/з	Б	Плотная	
20	Витебская	8800	м/з	-	Высокопористая	Прирельсовое
		8700	к/з	-	Пористая	
		8600	м/з	Д	Плотная	
		8500	к/з	А	Плотная	
21	Гомельская	8400	м/з	В	Плотная	Притрассовое
		8300	к/з	-	Пористая	
		8200	м/з	Б	Плотная	
		8100	к/з	А	Плотная	
22	Гродненская	8000	м/з	Д	Плотная	Притрассовое
		7900	к/з	Б	Плотная	
		7800	м/з	А	Плотная	
		7700	к/з	-	Пористая	
23	Минская	7600	м/з	А	Плотная	Прирельсовое
		7500	к/з	Б	Плотная	
		7400	к/з	-	Пористая	
		7300	м/з	-	Высокопористая с песком	
24	Могилевская	7200	м/з		Высокопористая с песком	Прирельсовое
		7100	к/з	Б	Плотная	
		7000	м/з	Д	Плотная	
		6800	к/з	А	Плотная	

Таблица Б.1 – Приготовление асфальтобетонных смесей из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки

Номер расценки Код ресурса	Наименование работ и элементов затрат	Код зоны	Единица измерения	Норма расхода	Стоимость единицы, руб.	Всего стоимость, руб.	В том числе: транспортные расходы, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
Е27-67-1	Приготовление асфальтобетонной смеси типа А плотной мелкозернистой, плотностью каменных материалов 2,5-2,9 т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения - 100т)						
	<i>Прямые затраты,</i>	1				55287 03	502381
	<i>всего</i>	2	руб.			56700 47	640628
		3				55647 58	537641
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			37288	
	эксплуатация машин		руб.			22370 87	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1	руб.			32543 28	502381
		2				33956 72	640628
		3				32903 83	537641
	Затраты труда						
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	16,11			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
	Машины и механизмы						

Номер расценки Код ресурса	Наименование работ и элементов затрат	Код зоны	Единица измерения	Норма расхода	Стоимость единицы, руб.	Всего стоимость, руб.	В том числе: транспортные расходы, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
M1109 16	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	90938 5	22370 87	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101- 8091	Битум вязкий	1		5,61	43941 8	24651 35	45520
		2	т		45292 6	25409 15	119639
		3			44286 1	24844 50	64408
C101- 63901	Порошок минеральный	1		6,68	22782	15218 4	39439
		2	т		32597	21774 8	103567
		3			25288	16892 4	55811
C412- 1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м ³	22,8	27939	63700 9	417422
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113- 0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,42			
П412- 0000	Щебень		м ³	38,1			
E27- 67-2	Приготовление асфальтобетонной смеси типа А плотной мелкозернистой, плотностью каменных материалов 3 и более т/м³, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения - 100т)						
	Прямые затраты,	1				55287 03	502381
	всего	2	руб.			56700 47	640628
		3				55647 58	537641

Номер расценки Код ресурса	Наименование работ и элементов затрат	Код зоны	Единица измерения	Норма расхода	Стоимость единицы, руб.	Всего стоимость, руб.	В том числе: транспортные расходы, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			37288	
	эксплуатация машин		руб.			22370 87	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1				32543 28	502381
		2	руб.			33956 72	640628
		3				32903 83	537641
<i>Затраты труда</i>							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	16,11			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
<i>Машины и механизмы</i>							
M1109 16	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	90938 5	22370 87	
<i>Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах</i>							
C101-8091	Битум вязкий	1		5,61	43941 8	24651 35	45520
		2	т		45292 6	25409 15	119639
		3			44286 1	24844 50	64408

С101-63901	Порошок минеральный	1		6,68	22782	15218 4	39439
		2	т		32597	21774 8	103567
		3			25288	16892 4	55811
С412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	22,8	27939	637009	417422
<i>Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах</i>							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,42			
П412-0000	Щебень		м3	38,1			
Е27-67-3	Приготовление асфальтобетонной смеси типа Б плотной мелкозернистой, плотностью каменных материалов 2,5-2,9 т/м3 из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения - 100т)						
	<i>Прямые затраты,</i>	1				59391 91	667834
	<i>всего</i>	2	руб.			61029 78	828033
		3				59809 75	708699
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			37288	
	эксплуатация машин		руб.			223708 7	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1				36648 16	667834
		2	руб.			38286 03	828033
		3				37066 00	708699
<i>Затраты труда</i>							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	16,11			

1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
Машины и механизмы							
M11091 6	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	90938 5	223708 7	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101-8091	Битум вязкий	1		5,61	4394 18	26013 55	48035
		2	т		4529 26	26813 22	126250
		3			4428 61	26217 37	67968
C101-63901	Порошок минеральный	1		6,68	22782	19455 8	50420
		2	т		32597	27837 8	132404
		3			25288	21596 0	71352
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	22,8	27939	868903	569379
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,444			
П412-0000	Щебень		м3	28,2			
E27-67-4	Приготовление асфальтобетонной смеси типа Б плотной мелкозернистой, плотностью каменных материалов 3 и более т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения - 100т)						
	Прямые затраты,	1				59391 91	667834
	всего	2	руб.			61029 78	828033
		3				59809 75	708699
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			37288	

	эксплуатация машин		руб.			223708 7	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1				366481 6	667834
		2	руб.			382860 3	828033
		3				370660 0	708699
<i>Затраты труда</i>							
999-9999	Средний разряд рабочих- строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	16,11			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
<i>Машины и механизмы</i>							
M11091 6	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	90938 5	223708 7	
<i>Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах</i>							
C101-8091	Битум вязкий	1			4394 18	26013 55	48035
		2	т	5,92	4529 26	26813 22	126250
		3			4428 61	26217 37	67968
C101-63901	Порошок минеральный	1			22782	19455 8	50420
		2	т	8,54	32597	27837 8	132404
		3			25288	21596 0	71352
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	31,1	27939	868903	569379
<i>Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах</i>							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,444			

П412-0000	Щебень		м3	28,2			
Е27-67-5	Приготовление асфальтобетонной смеси типа В плотной мелкозернистой, плотностью каменных материалов 2,5-2,9 т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения - 100т)						
	<i>Прямые затраты,</i>	1				63350	818380
	<i>всего</i>	2	руб.			56 65299	1009039
		3				85 63847	867020
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			37288	
	эксплуатация машин		руб.			22370	
						87	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1				40606	818380
		2	руб.			81 42556	1009039
		3				10 41104	867020
	13						
	Затраты труда						
999-9999	Средний разряд рабочих- строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	16,11			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
	Машины и механизмы						
М11091 6	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	90938	22370	
					5	87	

<i>Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах</i>							
С101-8091	Битум вязкий	1			43941	27331	50469
		2	т	6,22	8 45292	80 28172	132648
		3			6 44286	00 27545	71412
		1			1 22782	95 25743	
С101-63901	Порошок минеральный	1				7 25743	66715
		2	т	11,3	6 32597	36834	175195
		3			4 25288	28575	94412
С412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	38,3	27939	10700 64	701196
<i>Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах</i>							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,466			
П412-0000	Щебень		м3	18,5			
Е27-67-6	Приготовление асфальтобетонной смеси типа В плотной мелкозернистой, плотностью каменных материалов 3 и более т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения - 100т)						
	<i>Прямые затраты,</i>	1				63350	818380
	<i>всего</i>	2	руб.			56 65299	1009039
		3				85 63847	867020
	в том числе:					88	
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			37288	
	эксплуатация машин		руб.			22370 87	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	

	материальные ресурсы	1				40606 81	818380
		2	руб.			42556 10	1009039
		3				41104 13	867020
<i>Затраты труда</i>							
999-9999	Средний разряд рабочих- строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	16,11			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Машины и механизмы</i>							
M11091 6	Заводы асфальтобетонные производительность ю с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	909385	22370 87	
<i>Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах</i>							
C101-8091	Битум вязкий	1			43941 8	27331 80	50469
		2	т	6,22	45292 6	28172 00	132648
		3			44286 1	27545 95	71412
C101-63901	Порошок минеральный	1			22782	25743 7	66715
		2	т	11,3	32597	36834 6	175195
		3			25288	28575 4	94412
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	38,3	27939	10700 64	701196
<i>Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах</i>							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,466			
П412-0000	Щебень		м3	18,5			

Е27-67-7	Приготовление асфальтобетонной смеси типа А плотной крупнозернистой, плотностью каменных материалов 2,5-2,9 т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения - 100т)						
	<i>Прямые затраты,</i>	1				55287 03	502381
	<i>всего</i>	2	руб.			56700 47	640628
		3				55647 58	537641
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			37288	
	эксплуатация машин		руб.			22370 87	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1				3254 328	502381
		2	руб.			3395 672	640628
		3				3290 383	537641
Затраты труда							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	16,11			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
Машины и механизмы							
М11091 6	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	909385	22370 87	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
С101-8091	Битум вязкий	1				43941 8	45520
		2	т	5,61		45292 6	119639
		3				44286 1	64408

С101-63901	Порошок минеральный	1			22782	15218 4	39439
		2	т	6,68	32597	21774 8	103567
		3			25288	16892 4	55811
С412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	22,8	27939	63700 9	417422
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,42			
П412-0000	Щебень		м3	38,2			
Е27-67-8	Приготовление асфальтобетонной смеси типа А плотной крупнозернистой, плотностью каменных материалов 3 и более т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения - 100т)						
	Прямые затраты,	1				55287 03	502381
	всего	2	руб.			56700 47	640628
		3				55647 58	537641
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			37288	
	эксплуатация машин		руб.			22370 87	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1				3254 328	502381
		2	руб.			3395 672	640628
		3				3290 383	537641
Затраты труда							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	16,11			

1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
Машины и механизмы							
M110 916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	90938 5	22370 87	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101- 8091	Битум вязкий	1			43941 8	24651 35	45520
		2	т	5,61	45292 6	25409 15	119639
		3			44286 1	24844 50	64408
C101- 63901	Порошок минеральный	1			22782	15218 4	39439
		2	т	6,68	32597	21774 8	103567
		3			25288	16892 4	55811
C412- 1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	22,8	27939	63700 9	417422
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113- 0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,42			
П412- 0000	Щебень		м3	28			
E27- 67-9	Приготовление асфальтобетонной смеси типа Б плотной крупнозернистой, плотностью каменных материалов 2,5-2,9 т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения - 100т)						
	Прямые затраты,	1				59391 91	667834
	всего	2	руб.			61029 78	828033
		3				59809 75	708699
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			37288	

	эксплуатация машин		руб.			22370 87	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1				36648 16	667834
		2	руб.			38286 03	828033
		3				37066 00	708699
<i>Затраты труда</i>							
999-9999	Средний разряд рабочих- строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих- строителей		чел.-ч	16,11			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
<i>Машины и механизмы</i>							
M110 916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	90938 5	22370 87	
<i>Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах</i>							
C101-8091	Битум вязкий	1			43941 8	26013 55	48035
		2	т	5,92	45292 6	26813 22	126250
		3			44286 1	26217 37	67968
C101-63901	Порошок минеральный	1			22782	19455 8	50420
		2	т	8,54	32597	27837 8	132404
		3			25288	21596 0	71352
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	31,1	27939	86890 3	569379
<i>Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах</i>							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,44			

П412-0000	Щебень		м3	28,1			
Е27-67-10	Приготовление асфальтобетонной смеси типа Б плотной крупнозернистой, плотностью каменных материалов 3 и более т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения - 100т)						
	<i>Прямые затраты,</i>	1				59391	667834
	<i>всего</i>	2	руб.			91 61029 78	828033
		3				59809 75	708699
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			37288	
	эксплуатация машин		руб.			22370 87	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1				36648	667834
		2	руб.			16 38286 03	828033
		3				37066 00	708699
	<i>Затраты труда</i>						
999-9999	Средний разряд рабочих- строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	16,11			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
	<i>Машины и механизмы</i>						
М1109 16	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	90938 5	22370 87	

Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
С101-8091	Битум вязкий	1			43941 8	26013 55	48035
		2	т	5,92	45292 6	26813 22	126250
		3			44286 1	26217 37	67968
С101-63901	Порошок минеральный	1			22782	19455 8	50420
		2	т	8,54	32597	27837 8	132404
		3			25288	21596 0	71352
С412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	31,1	27939	86890 3	569379
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,44			
П412-0000	Щебень		м3	22,4			
Е27-67-11	Приготовление асфальтобетонной смеси типа Г плотной песчаной из отсеков дробления изверженных горных пород с плотностью зерен 2,0-2,8 т/м3 для горячей укладки (единица измерения - 100т)						
	Прямые затраты,	1				62581 60	116463
	всего	2	руб.			64519 15	305973
		3				63075 86	164801
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			44856	
	эксплуатация машин		руб.			26826 86	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			10336 2	

	материальные ресурсы	1				35306 18	116463
		2	руб.			37243 73	305973
		3				35800 44	164801
<i>Затраты труда</i>							
999-9999	Средний разряд рабочих- строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	19,38			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	41,3			
<i>Машины и механизмы</i>							
M1109 16	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,95	90938 5	26826 86	
<i>Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах</i>							
C101-8091	Битум вязкий	1			43941 8	33176 06	61261
		2	т	7,55	45292 6	34195 91	161011
		3			44286 1	33436 01	86682
C101-63901	Порошок минеральный	1			22782	21301 2	55202
		2	т	9,35	32597	30478 2	144962
		3			25288	23644 3	78119
<i>Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах</i>							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,566			
П412-0000	Песок для строительных работ		м3	56,6			
E27-67-12	Приготовление асфальтобетонной смеси типа Д плотной песчаной на природном песке с модулем крупности более 1,5 для горячей укладки (единица измерения - 100т)						

	Прямые затраты,	1				78481	1141649
	всего	2	руб.			27	
		3				80600	1348919
						40	
						79021	1194521
						90	
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			44856	
	эксплуатация машин		руб.			26826	
						86	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			10336	
						2	
	материальные ресурсы	1				51205	1141649
		2	руб.			85	
		3				53324	1348919
						98	
						51746	1194521
						48	
Затраты труда							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	19,38			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	41,3			
Машины и механизмы							
M1109 16	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,95	90938	26826	
					5	86	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101-8091	Битум вязкий	1			43941	33176	61261
		2	т	7,55	8	06	
		3			45292	34195	161011
					6	91	
					44286	33436	86682
					1	01	

C101-63901	Порошок минеральный	1			22782	25515	66125
		2	т	11,2	32597	8 36508	173645
		3			25288	6 28322	93576
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	55,4	27939	15478 21	1014263
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,566			
E27-67-13	Приготовление асфальтобетонной смеси пористой крупнозернистой, плотностью каменных материалов 2,5-2,9 т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения - 100т)						
	Прямые затраты,	1				51176	585200
	всего	2	руб.			29 52048	670556
		3				97 51398	606962
	в том числе:					81	
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			33793	
	эксплуатация машин		руб.			20279	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			29 78135	
	материальные ресурсы	1				30559	585200
		2	руб.			07 31431	670556
		3				75 30781	606962
	59						
Затраты труда							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	14,6			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	31,22			
Машины и механизмы							

M1109 16	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.- ч	2,23	90938 5	20279 29	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101- 8091	Битум вязкий	1			43941 8	21970 90	40570
		2	т	5	45292 6	22646 30	106630
		3			44286 1	22143 05	57405
C101- 63901	Порошок минеральный	1			22782	45792	11867
		2	т	2,01	32597	65520	31163
		3			25288	50829	16794
C412- 1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	29,1	27939	81302 5	532763
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113- 0000	Поверхностно- активные вещества		т	0,375			
П412- 0000	Щебень		м3	36,1			
E27- 67-14	Приготовление асфальтобетонной смеси пористой крупнозернистой, плотностью каменных материалов 3 и более т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения - 100т)						
	Прямые затраты,	1				51176 29	585200
	всего	2	руб.			52048 97	670556
		3				51398 81	606962
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			33793	
	эксплуатация машин		руб.			20279 29	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			78135	

	материальные ресурсы	1				30559 07	585200
		2	руб.			31431 75	670556
		3				30781 59	606962
<i>Затраты труда</i>							
999-9999	Средний разряд рабочих- строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	14,6			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	31,22			
<i>Машины и механизмы</i>							
M1109 16	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,23	90938 5	20279 29	
<i>Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах</i>							
C101-8091	Битум вязкий	1			43941 8	21970 90	40570
		2	т	5	45292 6	22646 30	106630
		3			44286 1	22143 05	57405
C101-63901	Порошок минеральный	1			2278 2	45792	11867
		2	т	2,01	3259 7	65520	31163
		3			2528 8	50829	16794
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	29,1	27939	813025	532763
<i>Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах</i>							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,375			
П412-0000	Щебень		м3	36,1			

E27-67-15	Приготовление асфальтобетонной смеси пористой мелкозернистой, плотностью каменных материалов 2,5-2,9 т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения - 100т)						
	<i>Прямые затраты,</i>	1				511762 9	585200
	<i>всего</i>	2	руб.			520489 7	670556
		3				513988 1	606962
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			33793	
	эксплуатация машин		руб.			202792 9	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			78135	
	материальные ресурсы	1				305590 7	585200
		2	руб.			314317 5	670556
		3				307815 9	606962
	<i>Затраты труда</i>						
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	14,6			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	31,22			
	<i>Машины и механизмы</i>						
M1109 16	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,23	90938 5	202792 9	
	<i>Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах</i>						
C101-8091	Битум вязкий	1			4394 18	21970 90	40570
		2	т	5	4529 26	22646 30	106630
		3			4428 61	22143 05	57405

C101-63901	Порошок минеральный	1			2278 2	45792	11867
		2	т	2,01	3259 7	65520	31163
		3			2528 8	50829	16794
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	29,1	27939	813025	532763
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,375			
П412-0000	Щебень		м3	36,1			
E27-67-16	Приготовление асфальтобетонной смеси пористой мелкозернистой, плотностью каменных материалов 3 и более т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения - 100т)						
	Прямые затраты,	1				511762 9	585200
	всего	2	руб.			520489 7	670556
		3				513988 1	606962
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			33793	
	эксплуатация машин		руб.			202792 9	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			78135	
	материальные ресурсы	1				305590 7	585200
		2	руб.			314317 5	670556
		3				307815 9	606962
Затраты труда							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			

1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	14,6			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	31,22			
Машины и механизмы							
M1109 16	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,23	90938 5	202792 9	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101- 8091	Битум вязкий	1			4394 18	21970 90	40570
		2	т	5	4529 26	22646 30	106630
		3			4428 61	22143 05	57405
C101- 63901	Порошок минеральный	1			2278 2	45792	11867
		2	т	2,01	3259 7	65520	31163
		3			2528 8	50829	16794
C412- 1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	29,1	27939	81302 5	532763
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113- 0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,375			
П412- 0000	Щебень		м3	36,1			
E27- 67-17	Приготовление асфальтобетонной смеси высокопористой крупнозернистой, плотностью каменных материалов 2,5-2,9 т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения - 100т)						
	Прямые затраты,	1				45196 41	556625
	всего	2	руб.			45958 94	631207
		3				45390 92	575647
	в том числе:						

1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			36581	
	эксплуатация машин		руб.			22370 87	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1				22459 73	556625
		2	руб.			23222 26	631207
		3				22654 24	575647
Затраты труда							
999-9999	Средний разряд рабочих- строителей			3,9			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	15,58			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
Машины и механизмы							
M1109 16	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	90938 5	22370 87	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101-8091	Битум вязкий	1			43941 8	13885 61	25640
		2	т	3,16	45292 6	14312 46	67390
		3			44286 1	13994 41	36280
C101-63901	Порошок минеральный	1			22782	77914	20192
		2	т	3,42	32597	11148 2	53024
		3			25288	86485	28574
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	27,9	27939	77949 8	510793
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,237			

П412-0000	Щебень		м3	36,8			
Е27-67-18	Приготовление асфальтобетонной смеси высокопористой крупнозернистой, плотностью каменных материалов 3 и более т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения - 100т)						
	<i>Прямые затраты,</i>	1				45196 41	556625
	<i>всего</i>	2	руб.			45958 94	631207
		3				45390 92	575647
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			36581	
	эксплуатация машин		руб.			22370 87	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1				22459 73	556625
		2	руб.			23222 26	631207
		3				22654 24	575647
	Затраты труда						
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,9			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	15,58			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
	Машины и механизмы						
М1109 16	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	90938 5	22370 87	

<i>Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах</i>							
С101-8091	Битум вязкий	1			43941	13885	25640
		2	т	3,16	8 45292	61 14312	67390
		3			6 44286	46 13994	36280
С101-63901	Порошок минеральный	1			1 22782	41 77914	20192
		2	т	3,42	6 32597	46 11148	53024
		3			1 25288	41 86485	28574
С412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	27,9	27939	77949 8	510793
<i>Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах</i>							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,237			
П412-0000	Щебень		м3	36,8			
Е27-67-19	Приготовление асфальтобетонной смеси высокопористой мелкозернистой, плотностью каменных материалов 2,5-2,9 т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения - 100т)						
	<i>Прямые затраты,</i>	1				45196	556625
	<i>всего</i>	2	руб.			41 45958	94 631207
		3				94 45390	92 575647
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			36581	
	эксплуатация машин		руб.			22370	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			87 86193	
	материальные ресурсы	1				22459	556625
		2	руб.			73 23222	26 631207
		3				26 22654	24 575647

<i>Затраты труда</i>							
999-9999	Средний разряд рабочих- строителей			3,9			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	15,58			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
<i>Машины и механизмы</i>							
M1109 16	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	90938 5	22370 87	
<i>Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах</i>							
C101-8091	Битум вязкий	1			43941 8	13885 61	25640
		2	т	3,16	45292 6	14312 46	67390
		3			44286 1	13994 41	36280
C101-63901	Порошок минеральный	1			22782	77914	20192
		2	т	3,42	32597	11148 2	53024
		3			25283	86485	28574
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	27,9	27939	77949 8	510793
<i>Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах</i>							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,237			
П412-0000	Щебень		м3	36,8			
E27-67-20	Приготовление асфальтобетонной смеси высокопористой мелкозернистой, плотностью каменных материалов 3 и более т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения - 100т)						
	<i>Прямые затраты,</i>	1				45196 41	556625
	<i>всего</i>	2	руб.			45958 94	631207
		3				45390 92	575647

	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			36581	
	эксплуатация машин		руб.			22370 87	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1				22459 73	556625
		2	руб.			23222 26	631207
		3				22654 24	575647
Затраты труда							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,9			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	15,58			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
Машины и механизмы							
M1109 16	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	90938 5	22370 87	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101-8091	Битум вязкий	1			43941 8	13885 61	25640
		2	т	3,16	45292 6	14312 46	67390
		3			44286 1	13994 41	36280
C101-63901	Порошок минеральный	1			22782	77914	20192
		2	т	3,42	32597	11148 2	53024
		3			25283	86485	28574
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	27,9	27939	77949 8	510793
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							

П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,237			
П412-0000	Щебень		м3	36,8			
Е27-67-21	Приготовление асфальтобетонной смеси высокопористой песчаной из дробленых песков и песков из отсеков дробления горных пород с плотностью зерен 2,0-2,8 т/м3 для горячей укладки (единица измерения - 100т)						
	<i>Прямые затраты,</i>	1				50103 52	73589
	<i>всего</i>	2	руб.			51327 81	193335
		3				50415 82	104131
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			43977	
	эксплуатация машин		руб.			26826 86	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			10336 2	
	материальные ресурсы	1				22836 89	73589
		2	руб.			24061 18	193335
		3				23149 19	104131
	Затраты труда						
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	19			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	41,3			
	Машины и механизмы						
М1109 16	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,95	90938 5	26826 86	

<i>Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах</i>							
С101-8091	Битум вязкий	1			43941	21531	39759
		2	т	4,9	8 45292	48 22193	104497
		3			6 44286	37 21700	56257
		1			1 22782	13054	33830
С101-63901	Порошок минеральный	2	т	5,73	6 32597	1 18678	88838
		3			1 25288	19 14490	47874
							0
<i>Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах</i>							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,368			
П412-0000	Песок для строительных работ		м3	60,9			
Е27-67-22	Приготовление асфальтобетонной смеси высокопористой песчаной на природном песке для горячей укладки (единица измерения - 100т)						
	<i>Прямые затраты,</i>	1				67190	1176023
	<i>всего</i>	2	руб.			29 68602	1314105
		3				05 67550	1211246
	в том числе:					46	
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			43977	
	эксплуатация машин		руб.			26826	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86 10336	
	материальные ресурсы	1				2 39923	1176023
		2	руб.			66 41335	1314185
		3				42 40283	1211240
		83					
<i>Затраты труда</i>							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			

1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	19			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	41,3			
Машины и механизмы							
M1109 16	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,95	90938 5	26826 86	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101- 8091	Битум вязкий	1			43941 8	21531 48	39759
		2	т	4,9	45292 6	22193 37	104497
		3			44286 1	21700 19	56257
C101- 63901	Порошок минеральный	1			22782	17405 4	45107
		2	т	7,64	32597	24904 1	118451
		3			25288	19320 0	63832
C412- 1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	59,6	27939	16651 64	1091157
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113- 0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,368			

Асфальтосмесительные установки полустационарного типа

№ п/п	Показатели	Марки асфальтосмесительных установок					
		ДС-185	Д-645-2Г	КДМ-201	ДС-168	MARINI LITIMAR	TELТОМАТ 240
1.	Производительность при влажности песка и щебня до 3% до 5%, т/ч	56	100	110	160	240	200-240
2.	Число отсеков бункера агрегата питания, шт.	4	4	5	5	6	9
3.	Общая вместимость бункеров агрегата питания. м ³	32	40	40	80	-	108
4.	Максимальная масса замеса, кг	730	-	1500	2200	-	3000
5.	Вместимость бункеров агрегата готовой смеси, т(м ³)	70(39)	100	70(39)	100(55,6)	-	-
6.	Тип смесителя	Циклического действия					Непрерывного действия

Асфальтосмесительные установки полустационарного типа

№ п/п	Показатели	Марки асфальтосмесительных установок						ДС-84-2
		Д-617-2	БМЗ-80 ZZBO	"Тельтом от" 10SM	Д-645-2Г	STRASS МАУР	ОКПП 200	
1.	Производительность при влажности песка и щебня 5%, т/ч	50	80	100(60)	100	140	200	200
2.	Установленная мощность электродвигателей и электронагревателей, кВт	470	-	439,2	550	-	-	1020
3.	Расход топлива, кг/ч	650	-	942	1025	-	-	2000
4.	Масса установки, т	150	-	137	175	-	-	280
5.	Число отсеков бункера агрегата питания, шт.	4	4	4	4	6	5	6
6.	Общая вместимость бункеров агрегата питания, м ³	16	38	20,8	40	54	-	60
7.	Загрузочная вместимость мешалки, т	1200	-	1000	2000	-	-	3500
8.	Вместимость бункера готовой смеси, т	50	40	80	100	80	-	200
9.	Тип смесителя	Циклического действия						Непрерывного действия

Асфальтосмесительные установки мобильного типа

№ п/п	Показатели	Марки асфальтосмесительных установок							
		BENNING HOVEN	MA3-20 ZZBO	ДС-79	CESAN CSP-300	Cesan CSP- 160	ДС-95	ДС-118-4	
1.	Производительность при влажности песка и щебня 5%, т/ч	240	20	25	300	160	50	100	
2.	Число отсеков бункера агрегата питания, шт.	10	3	3	3	3	4	4	
3.	Общая вместимость бункеров агрегата питания, м ³	150	24	10	30	30	16	40	
4.	Загрузочная вместимость мешалки, т	-		660	-	-	900	2300	
5.	Вместимость бункера готовой смеси, т	350	8	25	-	-	50	100	
6.	Тип смесителя	Циклического действия							Непрерывного действия

Приложение Г

Таблица Г.1 – Размеры стальных водопроводных (газовых) труб по ГОСТ 3262-75

Условный проход, м ³	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм		
		Легкие	Обыкновенные	Усиленные
1	2	3	4	5
6	10,2	1,8	2	2,5
8	13,5	2	2,2	2,8
10	17	2	2,2	2,8
15	21,3	2,35	-	-
15	21,3	2,5	2,8	3,2
20	26,8	2,35	-	-
20	26,8	2,5	2,8	3,2
25	33,5	2,8	3,2	4
32	42,3	2,8	3,2	4
40	48	3	3,5	4
50	60	3	3,5	4,5
80	88,5	3,5	4	4,5
90	101,3	3,5	4	4,5
100	114	4	4,5	5
125	140	4	4,5	5,5
150	165	4	4,5	5,5

3 Раздел контроля знаний

Перечень вопросов, выносимых на зачет по дисциплине «Основы проектирования дорожных предприятий»

1. Определение понятия «производственные предприятия дорожной отрасли». Что они включают?
2. На какие группы подразделяются дорожно-строительные работы? Какова доля трудоемкости этих работ?
3. Виды производственных предприятий дорожной отрасли.
4. Понятие мощности производственных предприятий. Как определить мощность?
5. Какие общие требования предъявляются к расположению сооружений и оборудования на генплане производственных предприятий?
6. Назначение и классификация карьеров каменных материалов.
7. Изыскание месторождений каменных материалов.
8. Факторы, учитываемые при технико-экономической оценке карьеров.
9. Основные процессы при разработке скальных горных пород.
10. Вскрышные, добычные, буровзрывные работы.
11. Особенности карьерного транспорта.
12. Особенности разработки месторождений рыхлых пород.
13. Рекультивация земель, нарушенных открытыми горными работами.
14. Основные процессы работы камнедробильных заводов.
15. Характеристика процесса дробления горной массы.
16. Обогащение каменных материалов.
17. Грохочение горной массы.
18. Производство дробленого песка.
19. Производство минерального порошка.
20. Склады готовой продукции КДЗ.
21. Контроль качества продукции на КДЗ.
22. Характеристика охраны труда на КДЗ.
23. Назначение битумных баз и их классификация.
24. Доставка битума, битумохранилища.
25. Классификация битумов, применяемых в дорожном строительстве.
26. Подготовка битума (обезвоживание, нагрев до рабочей температуры).
27. Принципы проектирования генерального плана битумной базы.
28. Перспективные направления в работе битумных баз.
29. Охрана труда на битумных базах.
30. Назначение и классификация битумных дорожных эмульсий.
31. Преимущества и недостатки дорожных эмульсий.
32. Приготовление битумных эмульсий.
33. Контроль качества битумных эмульсий, их хранение.
34. Приготовление битумных мастик.
35. Охрана труда на эмульсионных базах.
36. Назначение и классификация АБЗ.
37. Выбор расположения АБЗ.
38. Основные принципы разработки генплана АБЗ.

39. Склады исходных материалов для приготовления асфальтобетонных смесей.
40. Технология приготовления горячих асфальтобетонных смесей.
41. Приготовление литой асфальтобетонной смеси.
42. Активизация компонентов асфальтобетонной смеси (активация минерального порошка, активация песка, битума и битумных эмульсий).
43. Контроль качества продукции АБЗ.
44. Охрана труда и противопожарные мероприятия на АБЗ.
45. Особенности приготовления на АБЗ теплых, холодных смесей.
46. Особенности приготовления черного щебня.
47. Особенности работы АБЗ в зимний период.
48. Регенерация старого асфальтобетона.
49. Назначение и классификация цементобетонных заводов.
50. Выбор расположения ЦБЗ.
51. Основные принципы разработки генплана ЦБЗ.
52. Склады цемента на ЦБЗ.
53. Технология приготовления цементобетонных смесей.
54. Транспортирование цементобетонных смесей.
55. Контроль за приготовлением цементобетонных смесей.
56. Основные требования по охране труда на ЦБЗ.
57. Назначение и классификация предприятий для изготовления бетонных и железобетонных изделий.
58. Состав заводов и полигонов.
59. Стендовый способ производства изделий на полигонах.
60. Агрегатный способ производства изделий на полигонах.
61. Требования, предъявляемые к формам, для получения бетонных и железобетонных изделий.
62. Основные этапы армирования изделий из обычного бетона.
63. Армирование изделий из предварительно напряженного железобетона.
64. Основные способы механического воздействия на бетонную смесь с целью ее уплотнения.
65. Технология тепло-влажной обработки изделий.
66. Контроль и управление качеством продукции.
67. Основные требования по охране труда и противопожарным мероприятиям на заводе ЖБИ.
68. Основные способы автоматизации на производственных предприятиях.
69. Основные положения проектирования автоматизации дорожных производственных предприятий.

4 Вспомогательный раздел

Учебная программа по дисциплине «Основы проектирования дорожных предприятий» для студентов специальности 1-70 03 01 – «Автомобильные дороги»

Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

_____ М.В.Нерода

_____ 2022

Регистрационный № УД- _____ /уч.

Основы проектирования дорожных предприятий

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине
для специальности

1-70 03 01 Автомобильные дороги

специализации 1-70 03 01 01 Строительство дорог и аэродромов

Учебная программа составлена на основе

ОСВО 1-70 03 01-2013 и

(название образовательного стандарта,

типового учебного плана учреждения высшего образования по специальности 1-70 03 01 Автомобильные дороги, Регистрационный № J 70-1-004/тип., от 28.06..2013.

типовой учебной программы, дата утверждения, регистрационный номер)

СОСТАВИТЕЛЬ:

Дедок В.Н., старший преподаватель кафедры геотехники и транспортных коммуникаций

(И.О.Фамилия, должность, степень, звание)

Киририк Д.М., начальник отдела качества и авторского надзора КУПП «Брестдорпроект»

(И.О.Фамилия, должность, степень, звание)

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой геотехники и транспортных коммуникаций

Заведующая кафедрой

О.Г. Санникова

(протокол № 12 от 16.06.2022);

Методической комиссией строительного факультета

Председатель методической комиссии

В.И.Юськович

(протокол № 09 от 29.06.2022);

Научно-методическим советом БрГТУ (протокол №7 от 29.06.2021)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Место учебной дисциплины

Дисциплина «Основы проектирования дорожных предприятий» для студентов специальности Автомобильные дороги являются одной из основных базовых дисциплин. «Основы проектирования дорожных предприятий» это инженерная дисциплина, в которой изучаются виды производственных предприятий, карьеры, базы, склады, их назначение, способы производства дорожно-строительных материалов. Производственные предприятия являются главной неотъемлемой частью в процессе строительства дорог.

Дорожные предприятия играют в настоящее время важную роль в индустриализации строительства, уменьшении его трудоемкости, снижении стоимости и экономии материалов. Производственные предприятия воздействуют на технический прогресс в дорожно-строительном производстве путем внедрения эффективных материалов и конструкций.

Изучение данной дисциплины необходимо для более полного овладения объёмом профессиональных знаний при подготовке будущего специалиста, инженера-строителя в области дорожного строительства.

Цель преподавания дисциплины:

– приобретение студентами теоретических и практических знаний по проектированию производственных баз дорожного строительства, а именно по проектированию:

- карьеров по добыче исходного сырья;
- предприятий по приготовлению минерального порошка и органических вяжущих материалов;
- асфальтобетонных и цементобетонных заводов;
- полигонов по производству конструкций и сборных элементов, с увязкой требований, диктуемых научно-техническим прогрессом.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение студентами вопросов выбора и размещения предприятий, определению их мощности и производительности оборудования на основании технико-экономических расчетов;
- освоение расчётов потребности в материалах, полуфабрикатах на перспективу;
- выполнение сравнительной оценки оборудования различной мощности, обеспечивающей наименьшую себестоимость продукции при минимальном сроке окупаемости;
- установление методики налаживания транспортных связей, при которых требуются наименьшие издержки на доставку сырья и исходных материалов;
- выполнять расчеты обеспечения предприятий электроэнергией, газом, водой и паром.

Основные задачи изучения дисциплины состоят, в освоении студентами комплекса знаний, отражающих современное состояние дорожного строительства и перспективы развития данной отрасли.

В результате изучения дисциплины студенты специальности должны закрепить и развить академические, профессиональные и социально-личностные компетенции, предусмотренные образовательным стандартом 1-70 03 01-2013 Автомобильные дороги:

- применять знания естественнонаучных учебных дисциплин для экспериментального и теоретического изучения, анализа и решения прикладных инженерных задач;

- использовать технические нормативные правовые акты при проектировании и основные методы расчета для решения практических инженерных задач.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать

- методику технико-экономического обоснования при проектировании дорожных предприятий, в частности, мощность предприятия, выбор площадки для строительства, данные об источниках и способах снабжения предприятия основными материальными ресурсами;

- технологию производства основных материалов, используемых в дорожном строительстве;

- расположение проектируемых и существующих зданий, сооружений и транспортных путей;

- необходимый уровень механизации и автоматизации производства;

уметь

- проводить инженерные расчёты, связанные с обеспечением оптимальных технологических процессов на производственных предприятиях;

- решать вопросы по контролю качества при получении дорожно-строительных материалов;

- совершенствовать свои знания и навыки в процессе профессиональной деятельности на основе самостоятельного изучения научно-технических достижений в области производства дорожно-строительных материалов;

- пользоваться строительными нормами и правилами, стандартами, техническими условиями, справочными пособиями;

владеть

- полученными базовыми научно-теоретическими знаниями и уметь применять их для решения теоретических и практических профессиональных задач;

- навыками самостоятельного углубления знаний в области производства дорожно-строительных материалов на предприятиях;

- методами прогнозирования возможных последствий производства дорожно-строительных материалов на окружающую среду;

- прогрессивными технологиями производства дорожно-строительных материалов на дорожных предприятиях;

– исследовательскими навыками.

Связь с другими учебными дисциплинами

Освоение дисциплины «Основы проектирования дорожных предприятий» базируется на компетенциях, приобретенных ранее студентами при изучении курсов: Высшая математика, Физика, Химия, Информатика, Дорожно-строительные материалы, Дорожное грунтоведение и механика земляного полотна.

На знаниях и умениях, полученных студентами в процессе изучения дисциплины «Основы проектирования дорожных предприятий», базируется изучение дисциплины «Реконструкция автомобильных дорог» и др.

План учебной дисциплины для дневной формы получения высшего образования

Код специальности (направления специальности)	Наименование специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Всего учебных часов	Количество зачетных единиц	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом УВО)					Самостоятельная работа	Академических часов на курсовой проект (работу)	Форма текущей аттестации
						Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинары			
1-70 03 01	Автомобильные дороги	5	9	64	1,5	48	32	16	–	–	16	–	зачёт

1. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1.1. ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ

1.1.1. Основы организации производственных предприятий

Назначение и классификация производственных предприятий. Определение мощности производственных предприятий. Генеральный план предприятий. Основные критерии качества и надежности продукции предприятий дорожной отрасли. Пути повышения качества приготовления искусственных каменных материалов.

1.1.2. Разработка месторождений горных пород

Назначение и классификация карьеров каменных материалов. Изыскание месторождений каменных материалов. Техничко-экономическая оценка месторождений. Разработка скальных горных пород. Вскрышные, добычные, буровзрывные работы. Карьерный транспорт. Особенности разработки месторождений рыхлых пород. Подготовительные и вскрышные работы. Добыча гравия, песка и ПГС. Рекультивация земель.

1.1.3. Камнедробильные заводы

Основные процессы камнедробильных заводов. Дробление, грохочение, обогащение каменных материалов. Производство дробленого песка. Производство минерального порошка для асфальтобетона. Склады готовой продук-

ции КДЗ. Контроль качества готовой продукции. Генеральный план КДЗ. Охрана труда на КДЗ. Переработка гравийно-песчаных материалов.

1.1.4. Предприятия по подготовке органических вяжущих материалов

Назначение, классификация битумных баз. Технологический процесс на битумных базах. Доставка, хранение битума. Битумохранилища. Предварительный нагрев битума. Обезвоживание битума. Перспективные направления в работе битумных баз. Генеральный план битумной базы. Охрана труда на битумных базах. Эмульсионные базы. Приготовление битумных эмульсий и паст. Охрана труда на эмульсионных базах.

1.1.5. Заводы по приготовлению асфальтобетонных смесей

Общие сведения об асфальтобетонных смесях. Назначение и классификация заводов. Выбор расположения АБЗ. Разработка генерального плана АБЗ. Склады исходных материалов для приготовления асфальтобетонных смесей и механизация погрузочно-разгрузочных работ. Технология приготовления горячих асфальтобетонных смесей. Активация компонентов асфальтобетонных смесей на АБЗ. Автоматизация технологических процессов АБЗ и контроль качества продукции. Охрана труда и противопожарные мероприятия. Особенности приготовления на АБЗ теплых, холодных асфальтобетонных смесей и черного щебня. Особенности приготовления смесей на АБЗ в холодный период года. Переработка старого асфальтобетона.

1.1.6. Цементобетонные заводы

Назначение и классификация ЦБЗ. Выбор расположения ЦБЗ. Разработка генерального плана. Склады исходных материалов для приготовления цементных смесей и механизация погрузочно-разгрузочных работ. Технология приготовления цементобетонных смесей. Транспортирование смесей. Контроль за приготовлением бетонных смесей. Охрана труда.

1.1.7. Заводы и полигоны для изготовления бетонных и железобетонных изделий

Назначение и классификация предприятий для изготовления бетонных и железобетонных изделий. Технология изготовления изделий. Контроль и управление качеством продукции. Склады готовой продукции. Охрана труда и противопожарные мероприятия на ЗЖБИ.

1.1.8. Автоматизация дорожных производственных предприятий

Основные положения и средства автоматизации. Автоматизация основных технологических процессов дорожных производственных предприятий. Основные положения проектирования автоматизации дорожных производственных предприятий.

1.2. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ, ИХ НАЗВАНИЕ

1.2.1. Расчет годового фонда рабочего времени работы асфальтобетонного завода.

1.2.2. Расчет потребности исходных материалов для приготовления асфальтобетонных смесей. Выбор типа смесителей и расчет их количества.

1.2.3. Склады исходных материалов и внутрихозяйственный транспорт, проектирование складского хозяйства.

1.2.4. Проектирование прогрессивных технологий приготовления асфальтобетонных смесей.

1.2.5. Тепловой расчет битумохранилища.

1.2.6. Разработка генерального плана завода.

1.2.7. Контроль качества приготовления асфальтобетонных смесей на заводе.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ КАРТЫ

3.1. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ для дневной формы получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Кол-во часов самостоятельной работы	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинарские занятия		
1.1.1	Основы организации производственных предприятий	2	–	–	–	1	
1.1.2	Разработка месторождений горных пород	4	–	–	–	–	
1.1.3	Камнедробильные заводы	4	–	–	–	1	
1.1.4	Предприятия по подготовке органических вяжущих материалов	4	–	–	–	2	
1.1.5	Заводы по приготовлению асфальтобетонных смесей	6	16	–	–	2	ОЛР
1.1.6	Цементобетонные заводы	4	–	–	–	1	
1.1.7	Заводы и полигоны для изготовления бетонных и железобетонных изделий	4	–	–	–	1	
1.1.8	Автоматизация дорожных производственных предприятий	4	–	–	–	–	
	Подготовка к лабораторным занятиям					4	
	Подготовка к зачёту	–	–	–	–	4	
	Зачет						ЗЧТ
	Всего	32	16	–	–	16	зачёт

Обозначение: ОЛР – отчёты по лабораторным работам; ЗЧТ – зачет.

4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. ОСНОВЕАЯ ЛИТЕРАТУРА

4.1.1. Ковалёв Я.Н. Производственные предприятия дорожной отрасли. Основы проектирования: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-70 03 01 Автомобильные дороги /Я.Н.Ковалёв, С.С.Будническо, М.Г.Солодка. – Минск: БНТУ, 2018. – 177с. TSVN 978-985-583-192-2

4.1.2. Яценко Н.Д. Дорожное материаловедение и технология дорожно-строительных материалов: учебно-методическое пособие к лекционным и практическим занятиям / Южно- Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова. -Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2018 – 32 с.

4.1.3. Технология производства работ на предприятиях производственной отрасли/ – учеб.-метод. пособие / А. П. Фещенко ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2016 – 113с.

4.1.4. Шкуро В.М.. Производственные предприятия дорожной отрасли. Учебное пособие для СПО. - Волгоград, «Фолио-Плюс», 2012. – 192с. ISBN: 978-5-903826-56-8

4.1.5. Производственные предприятия дорожной отрасли: учебн. пособие /Я.Н.Ковалёв и др. – Мн.: «АртДизайн», 2009. – 256с. TSVN 985-6589-13-4

4.1.6. Ковалев Я.Н. Активационные технологии дорожных композиционных материалов. – Мн.: Бел Эн, 2002.

4.1.7. СТБ 1033-2016. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. Мн., 2016.

Дополнительная литература

4.1.8. Горельшев Н.В. и др. Технология и организация строительства автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1992.

4.1.9. Иванов Н.Н., Некрасов В.К. и др. Строительство автомобильных дорог. Т. 1. – М.: Транспорт, 1980.

4.2. ПЕРЕЧЕНЬ МЕТОДИЧЕСКОЙ УКАЗАНИЙ

4.2.1. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Основы проектирования дорожных предприятий» для студентов дневной и заочной формы обучения специальности 1-70 03 01 Автомобильные дороги. Чумичева Н.В., Дедок В.Н. БрГТУ, Брест, 2021.

4.2.2. Задание и методические указания к курсовой работе по дисциплине «Основы проектирования асфальтобетонных заводов» Мн.- 1997.

4.3. ПЕРЕЧЕНЬ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Для диагностики результатов учебной деятельности используются устная и устно-письменная формы диагностики компетенций студента.

Устная форма в виде:

– собеседования в процессе проведения лабораторных занятий.

Устно-письменная форма в виде:

– отчёты по лабораторным работам с их устной защитой;

– зачет в письменной форме с устным собеседованием.

Оценочными формами предусматривается оценка способности студентов к творческой деятельности, их готовности вести поиск решения новых задач, связанных с неточностью конкретных специальных знаний и отсутствием общепринятых алгоритмов.

4.4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЁТУ

1. Определение понятия «производственные предприятия дорожной отрасли». Что они включают?
2. На какие группы подразделяются дорожно-строительные работы? Какова доля трудоемкости этих работ?
3. Виды производственных предприятий дорожной отрасли.
4. Понятие мощности производственных предприятий. Как определить мощность?
5. Какие общие требования предъявляются к расположению сооружений и оборудования на генплане производственных предприятий?
6. Назначение и классификация карьеров каменных материалов.
7. Изыскание месторождений каменных материалов.
8. Факторы, учитываемые при технико-экономической оценке карьеров.
9. Основные процессы при разработке скальных горных пород.
10. Вскрышные, добычные, буровзрывные работы.
11. Особенности карьерного транспорта.
12. Особенности разработки месторождений рыхлых пород.
13. Рекультивация земель, нарушенных открытыми горными работами.
14. Основные процессы работы камнедробильных заводов.
15. Характеристика процесса дробления горной массы.
16. Обогащение каменных материалов.
17. Грохочение горной массы.
18. Производство дробленого песка.
19. Производство минерального порошка.
20. Склады готовой продукции КДЗ.
21. Контроль качества продукции на КДЗ.
22. Характеристика охраны труда на КДЗ.
23. Назначение битумных баз и их классификация.
24. Доставка битума, битумохранилища.
25. Классификация битумов, применяемых в дорожном строительстве.
26. Подготовка битума (обезвоживание, нагрев до рабочей температуры).
27. Принципы проектирования генерального плана битумной базы.
28. Перспективные направления в работе битумных баз.
29. Охрана труда на битумных базах.
30. Назначение и классификация битумных дорожных эмульсий.
31. Преимущества и недостатки дорожных эмульсий.
32. Приготовление битумных эмульсий.
33. Контроль качества битумных эмульсий, их хранение.
34. Приготовление битумных мастик.

35. Охрана труда на эмульсионных базах.
36. Назначение и классификация АБЗ.
37. Выбор расположения АБЗ.
38. Основные принципы разработки генплана АБЗ.
39. Склады исходных материалов для приготовления асфальтобетонных смесей.
40. Технология приготовления горячих асфальтобетонных смесей.
41. Приготовление литой асфальтобетонной смеси.
42. Активизация компонентов асфальтобетонной смеси (активация минерального порошка, активация песка, битума и битумных эмульсий).
43. Контроль качества продукции АБЗ.
44. Охрана труда и противопожарные мероприятия на АБЗ.
45. Особенности приготовления на АБЗ теплых, холодных смесей.
46. Особенности приготовления черного щебня.
47. Особенности работы АБЗ в зимний период.
48. Регенерация старого асфальтобетона.
49. Назначение и классификация цементобетонных заводов.
50. Выбор расположения ЦБЗ.
51. Основные принципы разработки генплана ЦБЗ.
52. Склады цемента на ЦБЗ.
53. Технология приготовления цементобетонных смесей.
54. Транспортирование цементобетонных смесей.
55. Контроль за приготовлением цементобетонных смесей.
56. Основные требования по охране труда на ЦБЗ.
57. Назначение и классификация предприятий для изготовления бетонных и железобетонных изделий.
58. Состав заводов и полигонов.
59. Стендовый способ производства изделий на полигонах.
60. Агрегатный способ производства изделий на полигонах.
61. Требования, предъявляемые к формам, для получения бетонных и железобетонных изделий.
62. Основные этапы армирования изделий из обычного бетона.
63. Армирование изделий из предварительно напряженного железобетона.
64. Основные способы механического воздействия на бетонную смесь с целью ее уплотнения.
65. Технология тепло-влажностной обработки изделий.
66. Контроль и управление качеством продукции.
67. Основные требования по охране труда и противопожарным мероприятиям на заводе ЖБИ.
68. Основные способы автоматизации на производственных предприятиях.
69. Основные положения проектирования автоматизации дорожных производственных предприятий.

4.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И
ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

4.5.1. Техничко-экономические показатели работы дорожных производственных предприятий

Рекомендуемая литература [4.1.5]

4.5.2. Себестоимость выпускаемой продукции на КДЗ

Рекомендуемая литература [4.1.3].

4.5.3. Рентабельность работы предприятий по приготовлению битумных эмульсий

Рекомендуемая литература [4.1.5].

4.5.4. Производительность труда на АБЗ

Рекомендуемая литература [4.1.3].

4.5.5. Штаты производственных предприятий дорожной отрасли

Рекомендуемая литература [4.1.5].

4.5.6. Стоимость основных производственных фондов и оборотных средств

Рекомендуемая литература [4.1.2].

4.5.7. Подготовка к лабораторным занятиям

4.5.8. Подготовка к зачёту

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДОРОЖНЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ» С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы УВО по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1	2	3	4
1. Дорожно-строительные материалы	Технология бетона и строительных материалов	Зав. кафедрой В.В. Тур	
2. Строительство автомобильных дорог	Технология строительного производства	Заведующий кафедрой В.И. Юськович	

Содержание учебной программы согласовано с выпускающей кафедрой
Заведующий выпускающей кафедрой,
кандидат технических наук

О.Г. Санникова