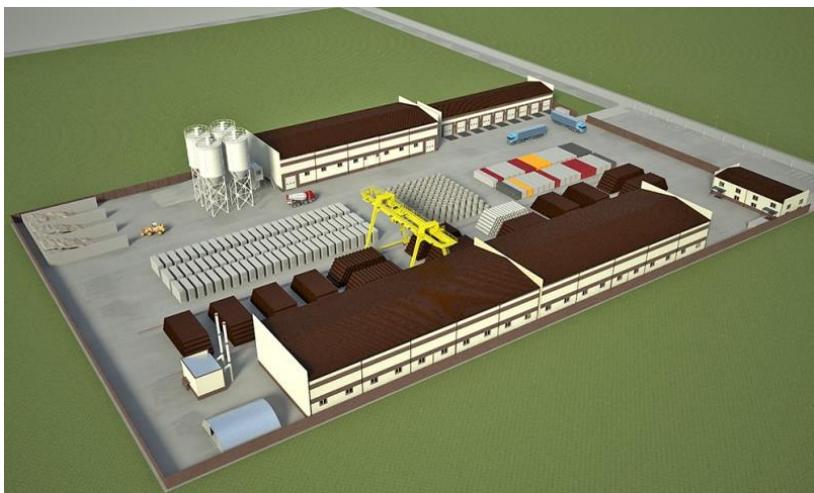


О. А. ЖОГОЛЕВА, А. Ф. ЗУБКОВ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БАЗЫ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА



Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2025

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный технический университет»**

О. А. ЖОГОЛЕВА, А. Ф. ЗУБКОВ

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БАЗЫ
ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА**

Утверждено Ученым советом университета
в качестве учебного пособия для студентов 2 курса направления
08.03.01 «Строительство» очной формы обучения

Учебное электронное пособие



Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2025

УДК 625.7/.8.05

ББК 39-31

Ж78

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Промышленное и гражданское строительство»
ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»

А. А. Кочкин

Доктор технических наук, доцент, профессор кафедры
«Конструкции зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

П. В. Монастырев

Жоголева, О. А.

Ж78 Проектирование предприятий производственной базы
дорожного хозяйства [Электронный ресурс] : учебное пособие /
О. А. Жоголева, А. Ф. Зубков. – Тамбов : Издательский центр
ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2025. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). –
Системные требования : ПК не ниже класса Pentium IV ; RAM
512 Mb ; необходимое место на HDD 2,2 Mb ; Windows
7/8/10/11 ; дисковод CD-ROM ; мышь. – Загл. с экрана.
ISBN 978-5-8265-2964-5

Рассмотрены вопросы организации работ производственных предприятий дорожного строительства. Приведены сведения о современных асфальтобетонных и цементобетонных заводах, карьерах, производственных базах для приема, хранения и переработки материалов. Даны рекомендации по рациональным конструкциям складов каменных материалов, цемента, битума.

Предназначено для студентов 2 курса направления 08.03.01 «Строительство» очной формы обучения.

УДК 625.7/.8.05

ББК 39-31

*Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за разработчиком.
Незаконное копирование и использование данного продукта запрещено.*

ISBN 978-5-8265-2964-5 © Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»), 2025

ВВЕДЕНИЕ

Целью данного пособия является углубленное изучение и расчет основных производственных предприятий дорожной отрасли. Производственная база комплектуется из следующих предприятий: заводы по приготовлению бетонных и асфальтобетонных смесей, смесей для устройства оснований; карьеры каменных материалов и песка; дробильно-сортировочные заводы и установки для получения минеральных материалов; базы для приема и хранения каменных материалов, битума, цемента, битумных эмульсий и других материалов; полигоны по изготовлению строительных конструкций; мастерские различного назначения, предприятия по ремонту и техническому обслуживанию строительной, дорожной техники, автомобильных транспортных средств и др. предприятия.

Строительство автомобильных дорог характеризуется линейным характером производства работ, применением разного по свойствам дорожно-строительного материала, неравномерным распределением объемов и видом работ на объекте, значительной зависимостью организации и технологии производства работ от климатических и погодных условий. Параметры автомобильной дороги зависят от интенсивности движения и осевой нагрузки транспортных средств. В зависимости от физико-механических характеристик, а также применяемого материала в дорожной конструкции, определяется потребность в объемах и виде материала, который должен быть приготовлен перед началом или в процессе строительства участка дорожного полотна на предприятиях производственной базы дорожной отрасли. В значительной степени принятая технология строительства автомобильной дороги зависит от свойств применяемого материала, которые влияют на технологические режимы выполняемых работ и параметры механизированного звена машин.

Строительство автомобильной дороги характеризуется рядом технико-экономических показателей, в число которых входят сметная стоимость строительства, трудоемкость, продолжительность строительства, а также уровень механизации работ в целом по строительству (или уровень механизации строительства), определяемый в процентах отношением стоимости механизированных работ к общей стоимости всех работ.

1. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Производственные предприятия – комплекс сооружений, машин и оборудования, которые обеспечивают добычу необходимых для дорожного строительства материалов, изготовление полуфабрикатов, изделий и деталей, их доставку к месту производства работ. По видам выпускаемой продукции производственные предприятия бывают: основного, подсобно-производственного и энергетического назначения. К предприятиям основного назначения относят: АБЗ и ЦБЗ, базы по добыче и переработке каменных материалов; прирельсовые базы цемента (минерального порошка), битума, битумных и дегтевых эмульсий; заводы и полигоны сборных бетонных и железобетонных конструкции.

1.1. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ЛИНЕЙНОГО ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Производственная база дорожного строительства имеет коренные отличия от производственных баз других видов строительства: во-первых, ее предприятия находятся в основном на балансе дорожно-строительных организаций; во-вторых, в связи с линейным характером строительства автомобильных дорог они должны быть мобильными.

В состав производственной базы входят: заводы по приготовлению асфальтобетонных (АБЗ) и бетонных (ЦБЗ) смесей, смесей для устройства оснований; базы для приема и хранения каменных материалов, битума, цемента, битумных эмульсий и других материалов; карьеры каменных материалов и песка; полигоны по изготовлению строительных конструкций; мастерские различного назначения, предприятия по техническому обслуживанию и ремонту дорожно-строительной техники и автомобильного транспорта и др.

В отдельных случаях на территории производственной базы предусматривается возможность размещения автоколонны, комплекса зданий и сооружений строительного управления.

Особая роль отводится надежности и планомерной работе асфальтобетонных и цементобетонных заводов, установкам для приготовления смесей для устройства оснований. От их бесперебойной работы по доставке на линию к местам производства работ необходимых смесей с запланированной часовой производительностью зависит сменный темп устройства оснований и покрытий.

В этих условиях традиционная форма обеспечения объектов материалами и смесями перестала соответствовать условиям строительства магистральных автомобильных дорог, так как скорости обустройства производственных предприятий составляли не менее одного года – двух лет, а их передислокация на новое место была практически невозможна. Опыт строительства магистральных автомобильных дорог показал, что наиболее оптимальным вариантом является вариант раздельного размещения притрассового ЦБЗ (АБЗ), прирельсовой разгрузочной базы и притрассовой установки для приготовления различных смесей. Такая схема была успешно использована на строительстве автомобильных дорог.

При организации совместной работы притрассовых ЦБЗ и прирельсовых баз руководствуются следующими правилами: вдоль строящейся автомобильной дороги на выбранные площадки для размещения притрассовых ЦБЗ заранее, преимущественно в зимний период, вывозят крупный заполнитель; песок вывозят на стоянки передвижных ЦБЗ лишь с незначительным опережением времени их передислокации.

При строительстве магистральных автомобильных дорог главное различие между прирельсовыми базами и притрассовыми заводами заключается в совершенно других требованиях к мобильности их смесительного оборудования и оборудования баз для обеспечения возможности их быстрого перебазирования, минимальной трудоемкости монтажа и демонтажа и минимального объема работ при передислокации. При обычных темпах строительства (150...300 м за смену) годовой объем работ составляет 15...30 км, а при скоростном темпе 500...700 м за смену годовой объем работ составляет 50...70 км. В этих условиях срок службы прирельсовой базы на одном месте сокращается с трех – шести лет до одного года – двух лет.

Следовательно, появляется необходимость ежегодного перебазирования прирельсовой базы при минимальных объемах строительно-монтажных работ на сооружение базы и работ при демонтаже оборудования и ежегодного перебазирования производственного предприятия. Это обеспечивается использованием сборно-разборных конструкций и блочного (крупноагрегатного) оборудования, заменой стационарных погрузочных средств (галерей, приемков и транспортеров) одноковшовыми фронтальными погрузчиками.

Новые требования предъявляются также к вспомогательному оборудованию предприятий, в частности, к приемным устройствам и машинам для разгрузки железнодорожных вагонов. В настоящее

время разгрузка производится главным образом с повышенных путей, что ведет к смешению материалов и необходимости их дополнительной очистки и сортировки по фракциям. Практически отсутствуют специальные средства для разгрузки каменных материалов.

Еще используются прирельсовые склады цемента бункерного типа, которые не отвечают современным требованиям по мобильности, вместимости и производительности разгрузки цемента из железнодорожных вагонов. Необходимо более эффективно использовать силосные склады цемента мобильного типа на базе цельноперевозимых и разборных силосов вместимостью 100...120 и 300...600 т.

Особая роль при строительстве магистральных автомобильных дорог отводится притрассовым ЦБЗ (АБЗ) и установкам по приготовлению смесей для устройства оснований. От их бесперебойной работы по доставке к местам потребления смесей и запланированной часовой производительности зависит сменный темп устройства оснований и покрытий.

Эффективность использования ЦБЗ (АБЗ) во многом зависит от времени, необходимого на передислокацию, и числа перебазировок в год. Количество передислокаций передвижного ЦБЗ или АБЗ определяется исходя из максимального времени транспортирования бетонной (асфальтобетонной) смеси по технологическим условиям, принятого темпа строительства и потребности в бетоне, зависящей от конструкции и категории строящейся автомобильной дороги.

Одна из главнейших особенностей организации производственных предприятий в условиях строительства магистральных автомобильных дорог – широкое использование передвижных АБЗ и ЦБЗ. В сочетании с прирельсовой базой применение передвижных предприятий обеспечивает сокращение дальности транспортирования готовых смесей, что положительно влияет на темп и качество работ; возможность более равномерного распределения объемов автомобильных перевозок каменных материалов в течение года, благодаря чему сокращается потребность в технологическом транспорте в строительный сезон; упрощение технологической и организационной схемы производственной базы.

Однако очень частое перебазирование не всегда эффективно, так как приводит к снижению числа рабочих дней ЦБЗ в строительном сезоне. Современные передвижные ЦБЗ производительностью 120...240 м³/ч на базе смесительных установок мобильного типа передислоцируются с одной стоянки на другую в течение 5...7 сут, причем есть все основания сократить это время в дальнейшем до 2...3 сут.

Грунтосмесительные установки (ГСУ) по приготовлению смесей для устройства цементогрунтовых оснований, как правило, размещаются в карьерах или у строящейся дороги. При выборе карьера для размещения смесителя учитывают пригодность и достаточность грунта, удобство подачи к нему вяжущих и воды, близость карьера к строительному объекту. ГСУ перемещаются вдоль строящейся автомобильной дороги, т.е. места их работы должны организовываться так же, как и места работы передвижных ЦБЗ.

1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ И РАЗМЕЩЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

По видам выпускаемой продукции производственные предприятия бывают основного, подсобно-производственного и энергетического назначения.

К предприятиям основного назначения относят: АБЗ и ЦБЗ, базы по добыче и переработке каменных материалов, прирельсовые базы цемента (минерального порошка), каменных материалов, битума и битумных и эмульсий; заводы и полигоны сборных бетонных и железобетонных конструкций.

В состав предприятий подсобно-производственного назначения входят: склады и хранилища различного назначения; ремонтно-механические мастерские; пункты технического обслуживания дорожных машин и автомобильных транспортных средств, их стоянки; объекты административно-бытового назначения.

К предприятиям энергетического назначения относят: электростанции и трансформаторные подстанции, котельные установки и компрессорные станции, водопроводы, артезианские скважины и очистные сооружения, внутриплощадные сети электро-, тепло- и водоснабжения.

По характеру эксплуатации в зависимости от размещения и средств доставки материалов предприятия могут быть: прирельсовые и притрассовые. Прирельсовые предприятия сооружают непосредственно у железнодорожной ветки. Вся или большая часть материалов поступает по железной дороге.

Притрассовые заводы сооружают в непосредственной близости от строящейся автомобильной дороги. В этом случае все материалы доставляют транспортные средства с прирельсовых базисных складов или непосредственно из притрассовых карьеров и цементных заводов.

Предприятия для приготовления смесей целесообразно разделить на стационарные, инвентарные и передвижные. Стационарные предприятия размещают, как правило, в капитальных сооружениях, предназначенных для длительного срока эксплуатации (от двух лет и более) на одном месте.

В отличие от стационарных инвентарные заводы (базы) комплектуются набором машин и оборудования и строительных конструкций сборно-разборного типа.

Передвижные предприятия организуют для приготовления смесей вблизи мест укладки оснований и покрытий. Они предназначены для кратковременного использования (от 1 месяца до 1 года) на одном месте. В зависимости от конструктивных решений передвижные предприятия, в свою очередь, могут подразделяться на смонтированные на пневмоколесном ходу и сборно-разборного типа.

Блоки производственных предприятий, смонтированных на колесном ходу, выполнены в виде полуприцепов седельного типа. Такое исполнение позволяет предельно сократить время на монтаж и транспортирование оборудования.

Технологическое оборудование и производственные помещения сборно-разборных предприятий монтируются на нескольких самостоятельных жестких рамах, причем каждая группа механизмов (блок) имеет массу и размеры, допускающие перевозку технологического оборудования в разобранном состоянии автомобильным транспортом и по железной дороге.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ЗАВОДА

В процессе оборудования дорожного полотна используются высокопрочные материалы, которые спокойно выдерживают вес автомобильной техники. Их выпуском занимаются специализированные асфальтобетонные заводы (АБЗ). Главная задача таких предприятий – выполнение целого ряда операций, предусмотренных производственными технологиями. Заводские установки отличаются различными мощностными показателями и функциональными возможностями.

2.1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ РАБОТ НА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ЗАВОДАХ

Более 80% автомобильных дорог строятся с асфальтобетонным покрытием. Для достижения качественного дорожного строительства необходимо обеспечить надежную и ритмичную работу асфальтосмесительных установок. В их состав входят большое количество сложных и дорогостоящих машин и оборудования, которые по своему назначению и устройству чрезвычайно разнообразны.

Выбор асфальтосмесительных установок зависит от необходимого количества асфальтобетонной смеси в сутки. В свою очередь данная величина зависит от общей потребности в асфальтобетонной смеси и доступности сроков производства работ.

Строительство асфальтобетонных дорог это сезонная работа. Различные конструктивные слои можно устраивать при определенных погодно-климатических условиях. Асфальтобетонное покрытие допускается укладывать при температуре окружающего воздуха не менее +5 °С весной и +10 °С осенью.

Для выполнения практических заданий, согласно варианту, необходимо по табл. А.1 и А.2 заполнить табл. 2.1 с исходными данными для проектирования и табл. 2.2 со средней температурой района проектирования.

В соответствии данным табл. 2.2 строим Дорожно-климатический график (рис. 2.1).

На графике необходимо определить допустимый период устройства асфальтобетонного покрытия. Для выявления даты начала по оси ординат находят значения +5 °С и параллельно оси абсцисса проводят линию до пересечения с левой частью графика.

2.1. Исходные данные

Район строительства	Протяженность дорог по категориям, км			Толщина слоя а/б, см	
	III	IV	V	Верхний слой III/IV/V	Нижний слой III/IV/V
Тюмень	42	49	36	6/5/4	6/5/5

2.2. Средняя температура, °С

Тюмень	I	II	III	IV	V	VI
	-16,1	-14,1	-5,7	3,8	11,1	16,6
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	18,5	15,5	9,7	2,3	-6,8	-13,3

От точки пересечения опускается перпендикулярная линия до оси абсцисс, где и определяется дата начала периода. Для выявления даты окончания периода по оси ордината находят значение $+10^{\circ}\text{C}$ и параллельно оси абсцисс проводят линию до пресечения с правой частью графика. От точки пересечения опускается перпендикулярная линия до оси абсцисс, где определяется дата окончания периода.

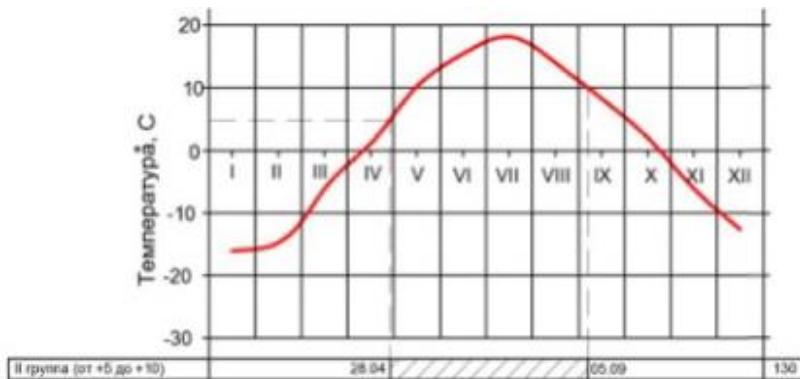


Рис. 2.1. Дорожно-климатический график

Из графика видно, что дата начала работ «28.04» и окончания «05.09», допустимого срока производства работ по устройству асфальтобетонного покрытия, а также его продолжительность «130 суток».

Определяем фактическое количество рабочих дней по формуле

$$T = T_{\text{кап}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{кл}} - T_{\text{орм}}, \text{ сут}, \quad (2.1)$$

где $T_{\text{кап}}$ – календарная продолжительность строительства асфальтовых покрытий; $T_{\text{вых}}$ – количество выходных и праздничных дней; $T_{\text{кл}}$ – количество нерабочих дней по климатическим условиям, дни с осадками более 5 мм, принимается 1 в неделю; $T_{\text{орм}}$ – количество нерабочих дней для ремонта машин, принимается $T_{\text{орм}} = 2$

$$T = T_{\text{кап}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{кл}} - T_{\text{орм}} = 130 - 25 - 19 - 2 = 84 \text{ сут.}$$

Потребность в асфальтобетонных смесях зависит от планируемых строительных работ и зависит от их объемов. Общая площадь асфальтобетонного покрытия, м^2 , на строящемся участке дороги рассчитывается по формуле

$$S = L(B + ab), \text{ м}^2, \quad (2.2)$$

где L – длина участка дороги, м; B – ширина проезжей части дороги, м (табл. А.1); a – количество укрепительных полос (табл. А.1); b – ширина укрепительной полосы, м (табл. А1).

Для III категории дороги:

$$S_3 = L(B + ab) = 42\,000 \cdot (6 + 2 \cdot 0,5) = 294\,000 \text{ м}^2.$$

Для IV категории дороги:

$$S_4 = L(B + ab) = 49\,000 \cdot (6 + 2 \cdot 0,5) = 343\,000 \text{ м}^2.$$

Для V категории дороги:

$$S_5 = L(B + ab) = 36\,000 \cdot (4,5 + 2 \cdot 0) = 162\,000 \text{ м}^2.$$

Асфальтобетонные покрытия устраиваются из нескольких слоев разных по составу смесей. При расчетах необходимых мощностей необходимо это учитывать.

Потребность асфальтобетонной смеси для устройства верхнего слоя покрытия на участке дороги определяется по формуле

$$P_1 = Sh_1 p_1, \text{ т.} \quad (2.3)$$

Потребность асфальтобетонной смеси для устройства нижнего слоя, определяется по формуле

$$P_2 = Sh_2 p_2, \text{ т}, \quad (2.4)$$

где h_1, h_2 – толщина асфальтовых смесей для устройства верхнего и нижнего слоев, м; p_1, p_2 – плотность асфальтобетонных смесей для устройства верхнего и нижнего слоев, т/м³ ($p_1 = 2,4$ т/м³, $p_2 = 2,3$ т/м³).

Потребность асфальтобетонной смеси для устройства верхнего слоя:

- для III категории дороги:

$$P_{1-3} = Sh_1 p_1 = 294\,000 \cdot 0,06 \cdot 2,4 = 42\,336 \text{ т};$$

- для IV категории дороги:

$$P_{1-4} = Sh_1 p_1 = 343\,000 \cdot 0,06 \cdot 2,4 = 49\,392 \text{ т};$$

- для V категории дороги:

$$P_{1-5} = Sh_1 p_1 = 162\,000 \cdot 0,04 \cdot 2,4 = 28\,224 \text{ т}.$$

Потребность асфальтобетонной смеси для устройства нижнего слоя:

- для III категории дороги:

$$P_{2-3} = Sh_2 p_2 = 294\,000 \cdot 0,06 \cdot 2,3 = 40\,572 \text{ т};$$

- для IV категории дороги:

$$P_{2-4} = Sh_2 p_2 = 343\,000 \cdot 0,05 \cdot 2,3 = 39\,445 \text{ т};$$

- для V категории дороги:

$$P_{2-5} = Sh_2 p_2 = 162\,000 \cdot 0,04 \cdot 2,3 = 14\,904 \text{ т}.$$

Общая потребность асфальтобетонных смесей составит:

$$P = P_1 + P_2, \text{ т}, \quad (2.5)$$

$$P = P_1 + P_2 = (42\,336 + 49\,392 + 15\,552) + \\ + (40\,572 + 39\,445 + 14\,904) = 202\,201 \text{ т}.$$

Сезонная (годовая) мощность АБЗ определяется по формуле

$$P_1 = PaK_{\text{шт}}, \text{ т}, \quad (2.6)$$

где a – коэффициент, учитывающий количество смеси, необходимой на выравнивание, неточность толщины и ширины покрытия при укладке (1,05...1,10); $K_{\text{нп}}$ – коэффициент неравномерности потребления (1,1...1,2)

$$P = PaK_{\text{нп}} = 197\,695 \cdot 1,05 \cdot 1,1 = 202\,201 \text{ т.}$$

Сменная скорость потока K равна:

$$K = \frac{L}{Tn},$$

где n – средний коэффициент сменности.

$$n = \frac{t_1 n_1 + t_2 n_2}{t_1 + t_2},$$

где t_1, t_2 – количество рабочих дней с коэффициентами сменности соответственно $n_1 = 1, n_2 = 1$.

Выбор сменности определяется временем года (весна, лето, осень), продолжительностью светового дня, климатическими условиями в районе строительства (ДКЗ), объемом работ и др.

В работе следует принимать:

- в II ДКЗ $t_1 = 0,4T$;
- в III ДКЗ $t_1 = 0,3T$;
- в IV ДКЗ $t_1 = 0,2T$.

В соответствии с картой Дорожно-климатического зонирования территории (см. рис. А.1) Тюмень относится ко II зоне, исходя из этого, количество рабочих дней с коэффициентами сменности $n_1 = 1$ определяется как:

$$t_1 = 0,4T = 0,4 \cdot 84 = 33,6 \approx 34.$$

Соответственно количество рабочих дней с коэффициентом сменности $n_2 = 2$ определяется как:

$$t_2 = T - t_1 = 84 - 34 = 50.$$

Рассчитываем средний коэффициент сменности по формуле

$$n = \frac{t_1 n_1 + t_2 n_2}{t_1 + t_2} = \frac{34 \cdot 1 + 50 \cdot 2}{34 + 50} = 1,6. \quad (2.7)$$

В соответствии с формулой (2.7) сменная скорость потока K равна:

$$K = \frac{L}{Tn} = \frac{42\,000 + 49\,000 + 36\,000}{84 \cdot 1,6} = 945.$$

Площадь двухслойного асфальтобетонного покрытия, устраиваемого за одну смену $S_{см}$, м², составит:

$$S_{см} = (B + ab)K. \quad (2.8)$$

Для III категории дороги:

$$S_{см3} = (B + ab)K = (6 + 2 \cdot 0,5) \cdot 945 = 6615.$$

Для IV категории дороги:

$$S_{см4} = (B + ab)K = (6 + 2 \cdot 0,5) \cdot 945 = 6615.$$

Для V категории дороги:

$$S_{см5} = (B + ab)K = (4,5 + 0 \cdot 0) \cdot 945 = 4252,5.$$

Сменная потребность асфальтобетонной смеси для верхнего слоя $P_{1см}$

$$P_{1см} = S_{см}h_1p_1. \quad (2.9)$$

Для III категории дороги:

$$P_{1см}^3 = S_{см}h_1p_1 = 6615 \cdot 0,06 \cdot 2,4 = 952,56.$$

Для IV категории дороги:

$$P_{1см}^4 = S_{см}h_1p_1 = 6615 \cdot 0,05 \cdot 2,4 = 793,8.$$

Для V категории дороги:

$$P_{1см}^5 = S_{см}h_1p_1 = 4252,5 \cdot 0,04 \cdot 2,4 = 408,24.$$

Суммарная потребность в смеси для верхнего слоя

$$P_{1см} = 952,56 + 793,8 + 408,24 = 2154,6.$$

Сменная потребность асфальтобетонной смеси для нижнего слоя $P_{2см}$

$$P_{2см} = S_{см}h_2p_2.$$

Для III категории дороги:

$$P_{2\text{см}}^3 = S_{\text{см}} h_2 p_2 = 6615 \cdot 0,06 \cdot 2,3 = 912,87.$$

Для IV категории дороги:

$$P_{2\text{см}}^4 = S_{\text{см}} h_2 p_2 = 6615 \cdot 0,05 \cdot 2,3 = 760,73.$$

Для V категории дороги:

$$P_{2\text{см}}^5 = S_{\text{см}} h_2 p_2 = 4225,5 \cdot 0,05 \cdot 2,3 = 485,93.$$

Суммарная потребность в смеси для верхнего слоя

$$P_{2\text{см}} = 912,87 + 760,73 + 485,93 = 2159,53.$$

Суммарная потребность в смеси $P_{\text{см}}$

$$P_{\text{см}} = P_{1\text{см}} + P_{2\text{см}},$$
$$P_{\text{см}} = P_{1\text{см}} + P_{2\text{см}} = 2154,6 + 2159,53 = 4314,13,$$

Часовая потребность асфальтобетонных смесей:

– для верхнего слоя

$$P_{\text{III}} = \frac{P_{1\text{см}}}{t}.$$

Для III категории дороги:

$$P_{\text{III}} = \frac{P_{1\text{см}}}{t} = \frac{952,56}{8} = 119,07.$$

Для IV категории дороги:

$$P_{\text{IV}} = \frac{P_{1\text{см}}}{t} = \frac{793,8}{8} = 99,23.$$

Для V категории дороги:

$$P_{\text{V}} = \frac{P_{1\text{см}}}{t} = \frac{408,24}{8} = 51,03.$$

– для нижнего слоя

$$P_{2\text{II}} = \frac{P_{2\text{см}}}{t}.$$

Для III категории дороги:

$$P_{2п3} = \frac{P_{2см}}{t} = \frac{912,87}{8} = 114,11.$$

Для IV категории дороги:

$$P_{2п4} = \frac{P_{2см}}{t} = \frac{760,73}{8} = 95,09.$$

Для V категории дороги:

$$P_{2п5} = \frac{P_{2см}}{t} = \frac{458,93}{8} = 60,74.$$

Суммарная часовая потребность асфальтобетонных смесей:

$$P_{п} = P_{1п} + P_{2п},$$

$$P_{1п} = 119,07 + 99,23 + 51,03 = 269,33 \text{ т/ч},$$

$$P_{2п} = 114,11 + 95,09 + 60,74 = 269,94 \text{ т/ч},$$

$$P_{п} = P_{1п} + P_{2п} = (119,07 + 99,23 + 51,03) + \\ + (114,11 + 95,09 + 60,74) = 539,27 \text{ т/ч}.$$

На основании суммарной часовой потребности асфальтобетонных смесей подбираются асфальтобетонные заводы.

1. Parker StarMix 3400 – производительностью 280 т/ч.

2. Parker StarMix 3400 – производительностью 280 т/ч.

Суммарная производительность – 560 т/ч.

Вывод. Совокупные часовые потребности в асфальтобетонной смеси составили 539,27 т/ч в том числе: для верхнего слоя – 269,33 т/ч, для нижнего слоя – 269,94 т/ч. Для обеспечения потребности в смеси принято два асфальтобетонных завода Parker StarMix 3400 – производительностью 280 т/ч каждый. Первый АБЗ применяем для изготовления асфальтобетонной смеси нижнего слоя, второй АБЗ для изготовления асфальтобетонной смеси верхнего слоя.

3. РАСЧЕТ СОСТАВОВ АСФАЛЬТОВЫХ СМЕСЕЙ

Относительное содержание в минеральной части щебня, песка, минерального порошка определяется на основе оптимальных составов, рекомендуемых для различных асфальтобетонных смесей, с учетом их плотности, пористости, типа гранулометрии, местоположения в конструкции дорожной одежды, максимальной крупности зерен щебня.

Расчет выполняется согласно варианту и произведенным вычислениям в предыдущем пункте работы. Необходимо по табл. Б.1 заполнить табл. 3.1 с исходными данными для проектирования.

3.1. Исходные данные

Вариант	Верхний слой		Нижний слой	
	Рисунок №	Линия	Рисунок №	Линия
00	Б.0	С	Б.5	Н

Указанные в задании (табл. Б.1) индексы асфальтобетонных смесей (в, с, н) означают, что гранулометрический состав асфальта с индексом «н» должен соответствовать нижней кривой контура оптимальных составов, «в» – верхней, «с» – средней. По графикам (рис. Б.1 – Б.5) определяются отдельно для мелкозернистой и крупнозернистой смеси содержание щебня в процентах по фракциям Щ_{5-10} ; Щ_{10-15} и т.д. и общее его количество Щ в смеси.

По графику гранулометрического состава минеральной части асфальтобетонной смеси графическим способом определяется содержание зерен каждой фракции. По оси абсцисс выделяют границы соответствующей фракции и поднимают линии до пересечения с линией, указанной в задании, после чего перпендикулярные линии проводят до оси ординат где определяют границы полных просевов в процентах.

Содержание зерен каждой фракции (Щ_i) вычисляют по формуле:

$$\text{Щ}_i = \text{Щ}_{в_i} - \text{Щ}_{н_i}, \quad (3.1)$$

где Щ_i – рассматриваемая фракция щебня; $\text{Щ}_{в_i}$ – верхняя граница фракции i , %; $\text{Щ}_{н_i}$ – нижняя граница фракции i , %

Состав мелкозернистой смеси разберем на примере рис. 3.1 (линия С). Содержание зерен фракции 40–50 и 20–40 в данном случае равно нулю.

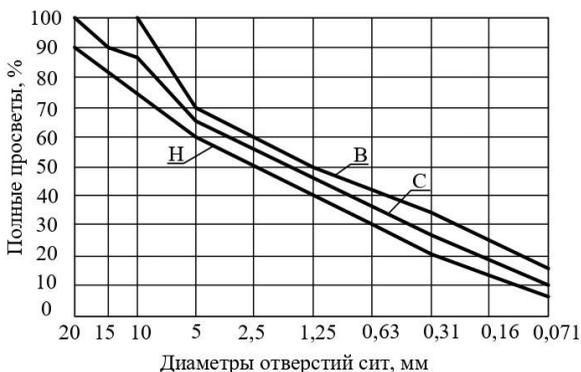


Рис. 3.1. Гранулометрический состав асфальтобетонной смеси

Содержание зерен фракции 15–20 определяем по формуле (3.1):

$$\text{Щ}_{15-20} = \text{Щ}_{\text{В}15-20} - \text{Щ}_{\text{И}15-20} = 100 - 90 = 10.$$

Содержание зерен фракции 10–15 определяем по формуле (3.1):

$$\text{Щ}_{10-15} = \text{Щ}_{\text{В}10-15} - \text{Щ}_{\text{И}10-15} = 90 - 87 = 3.$$

Содержание зерен фракции 5–10 определяем по формуле (3.1):

$$\text{Щ}_{5-10} = \text{Щ}_{\text{В}5-10} - \text{Щ}_{\text{И}5-10} = 87 - 65 = 22.$$

Затем определяется процентное содержание в минеральной смеси порошковой фракции (M_0) по отверстию сит, равное 0,071 мм. В зависимости от генезиса минерального порошка и его свойств (МП-1; МП-2) изменяется допустимое в нем содержание частиц размером менее 0,071 мм.

Необходимое количество минерального порошка M в проектируемой смеси определится:

$$M = M_0 \cdot 100\%. \quad (3.2)$$

По графику (рис. 3.1) определяем необходимое количество минерального порошка M , равное 10.

По известному общему содержанию в смеси щебня Щ (рис. 3.1) и минерального порошка M находится потребное количество песка П , %, рассчитываемое по формуле

$$\text{П} = 100 - (\text{Щ} + M), \quad (3.3)$$

$$\text{П} = 100 - (\text{Щ} + M) = 100 - (0 + 0 + 10 + 3 + 22 + 10) = 55.$$

Рекомендуемое содержание битума Б в асфальтовых смесях назначается сверх ста процентов минеральной смеси, в соответствии с табл. Б.2, для горячих высокоплотных смесей равно 4...6%, принимаем 5%.

Суммарная сменная потребность в смеси для верхнего слоя $P_{1см}$ по ранее произведенным расчетам (пункт 2) составила $P_{1см} = 2154,61$.

Суточные расходы составляющих материалов для мелкозернистой и крупнозернистой смесей при односменной работе завода (коэффициент сменности $n_1 = 1$) по массе (в тоннах) рассчитывается по формулам:

$$\text{Щ}_{5-10}^M = \frac{Pn_1}{100 + Б} \text{Щ}_{5-10}; \quad (3.4)$$

$$\text{Щ}_{10-15}^M = \frac{Pn_1}{100 + Б} \text{Щ}_{10-15}; \quad (3.5)$$

$$\text{Щ}_{15-20}^M = \frac{Pn_1}{100 + Б} \text{Щ}_{15-20}; \quad (3.6)$$

$$\text{Щ}_{20-40}^M = \frac{Pn_1}{100 + Б} \text{Щ}_{20-40}; \quad (3.7)$$

$$\Pi^M = \frac{Pn_1}{100 + Б} \Pi; \quad (3.8)$$

$$M^M = \frac{Pn_1}{100 + Б} M; \quad (3.9)$$

$$Б^M = \frac{Pn_1}{100 + Б} Б, \quad (3.10)$$

где P – сменный расход смеси по массе (мелкозернистой $P_{1см}$ и крупнозернистой $P_{2см}$); Щ_{5-10} , Щ_{10-15} , Щ_{15-20} , Щ_{20-40} – процентное содержание составляющих фракций щебня отдельно в мелкозернистой и крупнозернистой смесях; Π , M , $Б$ – процентное содержание составляющих песка, минерального порошка и битума соответственно отдельно в мелкозернистой и крупнозернистой смесях

Суточные расходы составляющих материалов для верхнего слоя асфальтобетонного покрытия (мелкозернистая смесь) составляют:

$$\text{Щ}_{5-10}^{\text{M}} = \frac{P_{\text{лсм}} n_1}{100 + \text{Б}} \text{Щ}_{5-10} = \frac{2154,6 \cdot 1}{100 + 5} \cdot 22 = 451,44;$$

$$\text{Щ}_{10-15}^{\text{M}} = \frac{P_{\text{лсм}} n_1}{100 + \text{Б}} \text{Щ}_{10-15} = \frac{2154,6 \cdot 1}{100 + 5} \cdot 3 = 61,56;$$

$$\text{Щ}_{15-20}^{\text{M}} = \frac{P_{\text{лсм}} n_1}{100 + \text{Б}} \text{Щ}_{15-20} = \frac{2154,6 \cdot 1}{100 + 5} \cdot 10 = 205,2;$$

$$\text{П}^{\text{M}} = \frac{P_{\text{лсм}} n_1}{100 + \text{Б}} \text{П} = \frac{2154,6 \cdot 1}{100 + 5} \cdot 55 = 1128,6;$$

$$\text{M}^{\text{M}} = \frac{P_{\text{лсм}} n_1}{100 + \text{Б}} \text{M} = \frac{2154,6 \cdot 1}{100 + 5} \cdot 10 = 205,2;$$

$$\text{Б}^{\text{M}} = \frac{P_{\text{лсм}} n_1}{100 + \text{Б}} \text{Б} = \frac{2154,6 \cdot 1}{100 + 5} \cdot 5 = 102,6.$$

Далее выполняем расчеты состава крупнозернистой смеси, на примере рис. 3.2 линии *H*. Содержание зерен фракции 40–50 в данном случае равно нулю.

Содержание зерен фракции 20–40 определяем по формуле 3.1:

$$\text{Щ}_{20-40} = \text{Щ}_{\text{в}_{20-40}} - \text{Щ}_{\text{н}_{20-40}} = 90 - 76 = 14.$$

Содержание зерен фракции 15–20 определяем по формуле 3.1:

$$\text{Щ}_{15-20} = \text{Щ}_{\text{в}_{15-20}} - \text{Щ}_{\text{н}_{15-20}} = 76 - 68 = 8.$$

Содержание зерен фракции 10–15 определяем по формуле 3.1:

$$\text{Щ}_{10-15} = \text{Щ}_{\text{в}_{10-15}} - \text{Щ}_{\text{н}_{10-15}} = 68 - 60 = 8.$$

Содержание зерен фракции 5–10 определяем по формуле 3.1:

$$\text{Щ}_{5-10} = \text{Щ}_{\text{в}_{5-10}} - \text{Щ}_{\text{н}_{5-10}} = 60 - 50 = 10.$$

По графику (рис. 3.2) определяем необходимое количество минерального порошка *M*, равное 6.

Потребное количество песка рассчитываем по формуле 3.3

$$\text{П} = 100 - (\text{Щ} + \text{M}) = 100 - (0 + 14 + 8 + 8 + 10 + 6) = 54.$$

Рекомендуемое содержание битума *Б* в соответствии с табл. Б.2, для плотных смесей (тип Б) равно 5,0...6,5%, принимаем 6%.

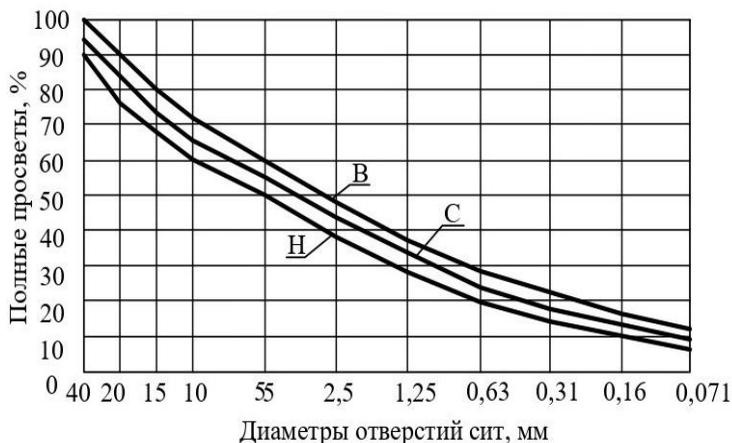


Рис. 3.2. Плотные смеси типа Б

Суммарная сменная потребность в смеси для нижнего слоя $P_{2см}$ по ранее произведенным расчетам (пункт 2) составила $P_{2см} = 2159,53$.

Суточные расходы составляющих материалов для нижнего слоя асфальтобетонного покрытия (крупнозернистая смесь) составляет:

$$\text{Ш}_{5-10}^M = \frac{P_{2см} n_1}{100 + Б} \text{Ш}_{5-10} = \frac{2159,53 \cdot 1}{100 + 6} \cdot 10 = 203,73;$$

$$\text{Ш}_{10-15}^M = \frac{P_{2см} n_1}{100 + Б} \text{Ш}_{10-15} = \frac{2159,53 \cdot 1}{100 + 6} \cdot 8 = 162,98;$$

$$\text{Ш}_{15-20}^M = \frac{P_{2см} n_1}{100 + Б} \text{Ш}_{15-20} = \frac{2159,53 \cdot 1}{100 + 6} \cdot 8 = 162,98;$$

$$\text{Ш}_{20-40}^M = \frac{P_{2см} n_1}{100 + Б} \text{Ш}_{20-40} = \frac{2159,53 \cdot 1}{100 + 6} \cdot 14 = 285,22;$$

$$\Pi^M = \frac{P_{2см} n_1}{100 + Б} \Pi = \frac{2159,53 \cdot 1}{100 + 6} \cdot 54 = 1100,14;$$

$$M^M = \frac{P_{2см} n_1}{100 + Б} M = \frac{2159,53 \cdot 1}{100 + 6} \cdot 6 = 122,24;$$

$$B^M = \frac{P_{2см} n_1}{100 + Б} B = \frac{2159,53 \cdot 1}{100 + 6} \cdot 6 = 122,24.$$

Результаты расчетов представить в виде табл. 3.2.

3.2. Суточные расходы составляющих материалов

Наименование смесей	Состав смесей, %							
	Щ ₄₀₋₅₀	Щ ₂₀₋₄₀	Щ ₁₅₋₂₀	Щ ₁₀₋₁₅	Щ ₅₋₁₀	П	М	Б
Мелко-зернистая	0	0	10	3	22	55	10	5
Крупно-зернистая	0	14	8	8	10	54	6	6
Мелко-зернистая	0	0	205,2	61,5	451,4	1128,6	205,2	102,6
Крупно-зернистая	0	285,2	162,9	162,9	203,7	1100,1	122,2	122,2

4. ВЫБОР ТИПОВ СКЛАДОВ, РАСЧЕТНЫХ ОБЪЕМОВ И ПЛОЩАДЕЙ

Склады необходимы для размещения каменных материалов после дробильно-сортировочных, моечных и других процессов и бесперебойной работы асфальтобетонного завода. Основной характеристикой является вместительность склада, которая влияет на стабильную работу АБЗ. Склад должен обеспечивать необходимый запас каменного материала для бесперебойной работы завода с учетом возможных задержек поставок.

Исходные данные

Расчет производится согласно выданному ранее заданию и произведенным вычислениям в предыдущих пунктах.

В пункте 2 были приняты два асфальтобетонных завода Parker StarMix 3400, согласно табл. А.4, их максимальная масса замеса равна 4250 кг.

Порядок выполнения работы

Необходимо рассчитать объемы складов, их площади, учитывая суточные расходы материалов, нормативные сроки их хранения.

При двухсменной работе АБЗ нормативные запасы складов H определяются:

$$H = qt, \quad (4.1)$$

где q – суммарные суточные расходы каждого материала для производства мелкозернистой и крупнозернистой смеси, m^3 ; t – рекомендуемые нормативные сроки хранения, сутки.

Суточные расходы песка и щебня предварительно необходимо перевести в объемные единицы (m^3), принимая во внимание насыпные плотности песка 1,50...1,55 и щебня 1,35...1,43,00 t/m^3 . При подсчете площадей складов необходимо учитывать типовые нормы хранения материалов на 1 m^2 площади склада (табл. В.1). Тип склада принимается в соответствии с номером варианта: четное число – прирельсовый АБЗ, нечетное число – притрассовый АБЗ.

Рассчитываем расход материалов на один замес отдельно для мелкозернистой и крупнозернистой смеси. Расходы компонентов смеси определяем по ранее выполненным расчетам (табл. 4.2).

Для смесителей циклического действия рассчитывается расход материалов на один замес отдельно для мелкозернистой крупнозернистой смеси.

Расход щебня определяем по формулам (4.2) – (4.6).

$$\Pi_{5-10}^3 = \frac{Q}{100+B} \Pi_{5-10}^3; \quad (4.2)$$

$$\Pi_{10-15}^3 = \frac{Q}{100+B} \Pi_{10-15}^3; \quad (4.3)$$

$$\Pi_{15-20}^3 = \frac{Q}{100+B} \Pi_{15-20}^3; \quad (4.4)$$

$$\Pi_{20-40}^3 = \frac{Q}{100+B} \Pi_{20-40}^3; \quad (4.5)$$

$$\Pi_{40-50}^3 = \frac{Q}{100+B} \Pi_{40-50}^3, \quad (4.6)$$

где Q – масса одного замеса, т; B – содержание битума в смеси, %; Π_{5-10} , Π_{10-15} , Π_{15-20} , Π_{20-40} , Π_{40-50} – содержание в смеси щебня различных фракций, %.

Мелкозернистая смесь:

$$\Pi_{5-10}^{3МЗ} = \frac{Q}{100+B} \Pi_{5-10} = \frac{4,25}{100+5} \cdot 22 = 0,89 \text{ т};$$

$$\Pi_{10-15}^{3МЗ} = \frac{Q}{100+B} \Pi_{10-15} = \frac{4,25}{100+5} \cdot 3 = 0,12 \text{ т};$$

$$\Pi_{15-20}^{3МЗ} = \frac{Q}{100+B} \Pi_{15-20} = \frac{4,25}{100+5} \cdot 10 = 0,4 \text{ т}.$$

Фракция щебня 20–40 и 40–50 в мелкозернистой смеси отсутствуют.

Крупнозернистая смесь:

$$\Pi_{5-10}^{3КЗ} = \frac{Q}{100+B} \Pi_{5-10} = \frac{4,25}{100+6} \cdot 10 = 0,4 \text{ т};$$

$$\Pi_{10-15}^{3КЗ} = \frac{Q}{100+B} \Pi_{10-15} = \frac{4,25}{100+6} \cdot 8 = 0,32 \text{ т};$$

$$\Pi_{15-20}^{3КЗ} = \frac{Q}{100+B} \Pi_{15-20} = \frac{4,25}{100+6} \cdot 8 = 0,32 \text{ т};$$

$$\Pi_{20-40}^{3КЗ} = \frac{Q}{100+B} \Pi_{20-40} = \frac{4,25}{100+6} \cdot 14 = 0,56 \text{ т}.$$

Фракция щебня 40–50 в крупнозернистой смеси отсутствуют.

Суммарные суточные расходы каждого материала определяем по формуле

$$q = \frac{(q_{M3} + q_{K3}) \Pi_{AB3} T_{cm}}{Q}, \quad (4.7)$$

где T_{cm} – продолжительность смены, принимаем $T_{cm} = 8$ ч; Π_{AB3} – производительность АБЗ. Принимается по данным табл. А.4 пункта 2.

Определяем суммарные суточные расходы щебня:

$$\Pi_{5-10}^3 = \frac{(\Pi_{5-10}^{3M3} + \Pi_{5-10}^{3K3}) \Pi_{AB3} T_{cm}}{Q} = \frac{(0,89 + 0,4) \cdot 280 \cdot 8}{4,25} = 679,91 \text{ т};$$

$$\Pi_{10-15}^3 = \frac{(\Pi_{10-15}^{3M3} + \Pi_{10-15}^{3K3}) \Pi_{AB3} T_{cm}}{Q} = \frac{(0,12 + 0,32) \cdot 280 \cdot 8}{4,25} = 231,91 \text{ т};$$

$$\Pi_{15-20}^3 = \frac{(\Pi_{15-20}^{3M3} + \Pi_{15-20}^{3K3}) \Pi_{AB3} T_{cm}}{Q} = \frac{(0,4 + 0,32) \cdot 280 \cdot 8}{4,25} = 379,48 \text{ т};$$

$$\Pi_{20-40}^3 = \frac{(\Pi_{20-40}^{3M3} + \Pi_{20-40}^{3K3}) \Pi_{AB3} T_{cm}}{Q} = \frac{(0 + 0,56) \cdot 280 \cdot 8}{4,25} = 295,15 \text{ т}.$$

Расход песка определяем по формуле

$$\Pi^3 = \frac{Q}{100 + B} \Pi, \quad (4.8)$$

где Π – процентное содержание песка в асфальтовой смеси.

Мелкозернистая смесь:

$$\Pi^{3M3} = \frac{Q}{100 + B} \Pi = \frac{4,25}{100 + 5} \cdot 55 = 2,23 \text{ т}.$$

Крупнозернистая смесь:

$$\Pi^{3K3} = \frac{Q}{100 + B} \Pi = \frac{4,25}{100 + 5} \cdot 54 = 2,17 \text{ т}.$$

Определяем суммарные суточные расходы песка:

$$\Pi^{3M3} = \frac{(\Pi^{3M3} + \Pi^{3K3}) \Pi_{AB3} T_{cm}}{Q} = \frac{(2,23 + 2,17) \cdot 280 \cdot 8}{4,25} = 2319,06 \text{ т}.$$

Расход минерального порошка определяем по формуле

$$M^3 = \frac{Q}{100+B} M, \quad (4.9)$$

где M – процентное содержание порошка в асфальтовой смеси.

Мелкозернистая смесь:

$$M^{3МЗ} = \frac{Q}{100+B} M = \frac{4,25}{100+5} \cdot 10 = 0,4 \text{ т.}$$

Крупнозернистая смесь:

$$M^{3КЗ} = \frac{Q}{100+B} M = \frac{4,25}{100+6} \cdot 6 = 0,24 \text{ т.}$$

Определяем суммарные суточные расходы минерального порошка:

$$M^{3МЗ} = \frac{(M^{3МЗ} + M^{3КЗ}) \Pi_{АБЗ} T_{см}}{Q} = \frac{(0,2 + 0,24) \cdot 280 \cdot 8}{4,25} = 337,32 \text{ т.}$$

Расчет битума определяется по формуле:

$$B^3 = \frac{Q}{100+B} B, \quad (4.10)$$

где B – процентное содержание битума в асфальтовой смеси.

Мелкозернистая смесь:

$$B^{3МЗ} = \frac{Q}{100+B} B = \frac{4,25}{100+5} \cdot 5 = 0,2 \text{ т.}$$

Крупнозернистая смесь:

$$B^{3КЗ} = \frac{Q}{100+B} B = \frac{4,25}{100+6} \cdot 6 = 0,24 \text{ т.}$$

Определяем суммарные суточные битума:

$$B^{3МЗ} = \frac{(B^{3МЗ} + B^{3КЗ}) \Pi_{АБЗ} T_{см}}{Q} = \frac{(0,2 + 0,24) \cdot 280 \cdot 8}{4,25} = 231,91 \text{ т.}$$

Нормативные сроки хранения и норму хранения в 1 м^2 принимают по табл. В.1.

Нормативные запасы складов H определяют по формуле

$$\begin{aligned}
 H_{\text{Щ}5-10} &= q_{\text{Щ}5-10} t_{\text{Щ}} = 679,91 \cdot 15 = 10\,198,65 \text{ т}; \\
 H_{\text{Щ}10-15} &= q_{\text{Щ}10-15} t_{\text{Щ}} = 231,91 \cdot 15 = 3478,65 \text{ т}; \\
 H_{\text{Щ}15-20} &= q_{\text{Щ}15-20} t_{\text{Щ}} = 379,48 \cdot 15 = 5692,2 \text{ т}; \\
 H_{\text{Щ}20-40} &= q_{\text{Щ}20-40} t_{\text{Щ}} = 295,15 \cdot 15 = 4427,25 \text{ т}; \\
 H_{\text{П}} &= q_{\text{П}} t_{\text{П}} = 2319,06 \cdot 15 = 34\,785,9 \text{ т}; \\
 H_{\text{МП}} &= q_{\text{МП}} t_{\text{МП}} = 337,32 \cdot 15 = 5059,8 \text{ т}; \\
 H_{\text{Б}} &= q_{\text{Б}} t_{\text{Б}} = 231,91 \cdot 30 = 6957,3 \text{ т}.
 \end{aligned} \tag{4.10}$$

Площадь склада, м^2 определяется по формуле

$$S = \frac{H}{S_{\text{н}}}, \tag{4.11}$$

где $S_{\text{н}}$ – норма хранения на 1 м^2

$$\begin{aligned}
 S_{\text{Щ}5-10} &= \frac{H_{\text{Щ}5-10}}{S_{\text{н}}} = \frac{10\,198,65}{6} = 1699,78; \\
 S_{\text{Щ}10-15} &= \frac{H_{\text{Щ}10-15}}{S_{\text{н}}} = \frac{3478,65}{6} = 579,78; \\
 S_{\text{Щ}15-20} &= \frac{H_{\text{Щ}15-20}}{S_{\text{н}}} = \frac{5692,2}{6} = 948,7; \\
 S_{\text{Щ}20-40} &= \frac{H_{\text{Щ}20-40}}{S_{\text{н}}} = \frac{4427,25}{6} = 737,88; \\
 S_{\text{П}} &= \frac{H_{\text{П}}}{S_{\text{н}}} = \frac{34785,9}{6} = 5797,65; \\
 S_{\text{МП}} &= \frac{H_{\text{МП}}}{S_{\text{н}}} = \frac{5059,8}{15} = 337,32; \\
 S_{\text{Б}} &= \frac{H_{\text{Б}}}{S_{\text{н}}} = \frac{6957,3}{4} = 1739,33.
 \end{aligned}$$

Результаты расчетов заносят в табл. 4.2.

4.2. Площади складов

Материалы	Единица измерения	Суточный расход	Нормативные сроки хранения, сут	Нормативные запасы	Норма хранения на 1 м ²	Площадь склада, м ²
<i>Щебень</i>						
Щ5–10	т	679,91	15	10 198,65	6	1699,78
Щ10–15	т	231,91	15	3478,65	6	579,78
Щ15–20	т	379,48	15	5692,2	6	948,7
Щ20–40	т	295,15	15	4427,25	6	737,88
<i>Песок</i>	т	2319,06	15	34785,9	6	5797,65
<i>Мин. порошок</i>	т	337,32	15	5059,8	15	337,32
<i>Битум</i>	т	231,91	30	6957,3	4	1739,33

5. 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 приемок, затем расход тепла на разогрев в приемке для возможного перекачивания его по трубопроводам.

Порядок выполнения работы

Расчет производится согласно выданному ранее заданию и произведенным вычислениям в предыдущих пунктах.

Количество тела, необходимое для нагрева битума в хранилище, выражается следующей формулой:

$$Q = Q_1 + Q_2, \quad (5.1)$$

где Q_1 – количества тепла, затрачиваемое на плавление битума кДж/ч; Q_2 – количества тепла, затрачиваемое на подогрев битума кДж/ч;

Количество тепла, необходимого для предварительного нагрева (плавления) битума, равно:

$$Q_1 = GC_6(t_2 - t_1), \quad (5.2)$$

где C_6 – теплоемкость битума, зависящая от его температуры, кДж/кг·°С ($C_6 = 1,47$ кДж/кг·°С); t_2, t_1 – начальная и конечная температура битума, °С ($t_1 = 10$ °С, $t_2 = 60$ °С); G – производительность битумохранилища по выдаче битума, кг/ч:

$$G = \frac{B^3}{Tn}, \quad (5.3)$$

где B^3 – суммарные суточные расходы битума (формула (4.10)); T – продолжительность смены, $T = 8$ ч; n – средний коэффициент сменности (формула (2.7)).

Производительность битумохранилища по выдаче битума G определяется по формуле (5.3). B^3 – суммарные суточные расходы битума согласно расчету в пункте 3 работы равны 231,91 т. Средний коэффициент сменности согласно расчету в пункте 2 равен 1,6.

$$G = \frac{B^3}{Tn} = \frac{231,91}{8 \cdot 1,6} = 18,12.$$

Количества тепла, необходимого для предварительного нагрева (плавления) битума, определяем по формуле (5.2)

$$Q = GC(t - t_0) = 18,12 \cdot 1,47 \cdot (60 - 10) = 1331,82.$$

Количество тепла, необходимого для расплавления битума (скрытая температура плавления), равно:

$$Q_2 = \mu G, \quad (5.4)$$

где μ – скрытая теплота плавления битума, кДж/кг ($\mu = 126$ кДж/кг)

$$Q_2 = \mu G = 126 \cdot 18,12 = 2283,12.$$

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

$$Q_3 = a_{\text{дн}} F_{\text{дн}} (t_2 - t_0) + a_6 F_6 (t_2 - t_1), \quad (5.5)$$

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); F_6 – площадь поверхности битума, м² ($F_6 = 185$ м²); a_6 – коэффициент теплоотдачи в вышележащие слои битума, кДж/м²·ч·°С.

$$a_6 = \frac{\lambda}{\delta}, \quad (5.6)$$

где δ – толщина слоя битума, м ($\delta = 2,0$ м); λ – коэффициент теплопроводности, кДж/м²·ч·°С; для битума:

$$\lambda = (0,2\gamma_6 + 0,1\gamma_6^2)(1 + \beta t_2), \quad (5.7)$$

где γ_6 – плотность битума, г/см³ ($\gamma_6 = 1$ г/см³); β – коэффициент, равный 0,025.

Коэффициент теплопроводности λ – кДж/м²·ч·°С; для битума:

$$\begin{aligned} \lambda &= (0,2\gamma + 0,1\gamma^2)(1 + \beta t) = \\ &= (0,2 \cdot 1 + 0,1 \cdot 1^2) \times (1 + 0,025 \cdot 60) = 0,75, \end{aligned}$$

$$a_6 = \frac{\lambda}{\delta} = \frac{0,75}{2} = 0,375.$$

Потери тепла в окружающую среду вычисляем по формуле (5.5):

$$\begin{aligned} Q_3 &= a_{\text{дн}} F_{\text{дн}} (t_2 - t_0) + a_6 F_6 (t_2 - t_1) = \\ &= 1,68 \cdot 185 \cdot (60 - 10) + 0,375 \cdot 185 \cdot (60 - 10) = 19\,008,75. \end{aligned}$$

Полный расход тепла на предварительный разогрев битума в хранилище:

$$Q_{\text{xp}} = Q_1 + Q_2 + Q_3, \quad (5.8)$$

$$Q_{\text{xp}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 1331,82 + 2283,12 + 19\,008,75 = 22\,623,69.$$

Количество тепла, необходимого для разогрева битума в прямке, равно:

$$Q_4 = GC_6 (t'_2 - t_2), \quad (5.9)$$

где t_2, t'_2 – начальная и конечная температуры битума, °С ($t_2 = 60$ °С, $t'_2 = 90$ °С).

$$Q_4 = GC_6 (t'_2 - t_2) = 18,12 \cdot 1,47 \cdot (90 - 60) = 799,09.$$

Потери тепла в окружающую среду при нагреве битума в прямке:

$$Q_5 = a_{\text{дн}} F'_{\text{дн}} (t'_2 - t_0) + a_{\text{ст}} F_{\text{ст}} (t'_2 - t_0) + a_3 F_3 (t'_2 - t_1), \quad (5.10)$$

где $a_{\text{дн}}$ – коэффициент теплоотдачи от битума к дну ($a_{\text{дн}} = 1,68$ кДж/м²·ч·°С); $F'_{\text{дн}}, F_{\text{ст}}$ – площадь дна и стенок, соприкасающихся с грунтом ($F'_{\text{дн}} = 10$ м², $F_{\text{ст}} = 10$ м²); F_3 – площадь зеркала, ($F_3 = 10$ м²); t_0 – температура дна и стенок прямки ($t_0 = 10$ °С); $a_{\text{ст}}$ – коэффициент теплопередачи через стенку прямки ($a_{\text{ст}} = 25,6$ кДж/м²·ч·°С); a_3 – коэффициент теплопередачи от зеркала битума к воздуху.

Коэффициент теплопередачи от зеркала битума к воздуху определяем по формуле

$$a_3 = \left(\frac{5}{\Sigma}\right)^2 + 0,05, \quad (5.11)$$

где $\Sigma = 60^\circ$ – вязкость по Энглеру.

$$a_3 = \left(\frac{5}{\Sigma}\right)^2 + 0,05 = \left(\frac{5}{60}\right)^2 + 0,05 = 0,057.$$

По формуле (5.10) вычисляем потери тепла в окружающую среду при нагреве битума в прямке:

$$\begin{aligned} Q_5 &= a_{\text{дн}} F'_{\text{дн}} (t'_2 - t_0) + a_{\text{ст}} F_{\text{ст}} (t'_2 - t_0) + a_3 F_3 (t'_2 - t_1) = \\ &= 1,68 \cdot 10 \cdot (90 - 10) + 25,6 \cdot 10 \cdot (90 - 10) + 0,057 \cdot 10 \cdot (90 - 10) = 21\,869,6. \end{aligned}$$

Полный расход тепла для разогрева битума в прямке:

$$Q_{\text{пр}} = Q_4 + Q_5, \quad (5.12)$$

$$Q_{\text{пр}} = Q_4 + Q_5 = 799,09 + 21\,869,6 = 22\,668,69.$$

Полный расчет тепла в отсеке битумохранилища при работе с выдачей битума 3 т/ч:

$$Q = Q_{\text{хр}} + Q_{\text{пр}}, \quad (5.13)$$

$$Q = Q_{\text{хр}} + Q_{\text{пр}} = 22\,623,69 + 22\,668,69 = 45\,292,38.$$

Расчет пара на подогрев битума в битумохранилище при работе с выдачей битума 3 т/ч:

$$N = \frac{Q}{q}, \quad (5.14)$$

где q – теплосодержание пара ($q = 662,3$ ккал/кг = 2800 кДж).

$$N = \frac{Q}{q} = \frac{45\,292,38}{662,3} = 68,39.$$

Поверхность нагрева паровых труб для нагрева днища битумохранилища:

$$F_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{хр}}}{K \left(\frac{T_{\text{н}} + T_0}{2} - \frac{t_1 + t_2}{2} \right)}, \quad (5.15)$$

где T_n – температура насыщенного пара при данном давлении (при $p = 0,8$ МПа, т.е. 8 атм, $T_n = 169,6$ °С); T_0 – температура конденсата при $p = 0,2$ МПа, т.е. 2 атм, $T_0 = 119,6$ °С; t_2 и t_1 – начальная и конечная температуры битума, °С; K – коэффициент теплопередачи через стенки стальных труб регистров, который можно принимать равным 168 кДж/м²·ч·°С при $t < 100$ °С и 252 кДж/м²·ч·°С при $t > 100$ °С

$$F_n = \frac{Q_{\text{хр}}}{K \left(\frac{T_n + T_0}{2} - \frac{t_1 + t_2}{2} \right)} = \frac{22\,623,69}{168 \cdot \left(\frac{169,6 + 119,6}{2} - \frac{10 + 60}{2} \right)} = 0,75.$$

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 общими габаритными размерами нагревательного элемента и местом его размещения в битумохранилище.

Необходима длина труб:

$$L_{\text{тр}} = \frac{F_n}{f}, \quad (5.16)$$

где f – площадь поверхности 1 м трубы:

$$f = \pi D l, \quad (5.17)$$

где D – диаметр трубы, м; l – длина отрезка трубы $l = 1$ м.

Сведения о размерах стальных труб приведены в табл. Г.1

$$f = \pi D l = 3,14 \cdot 0,06 \cdot 1 = 0,19.$$

Необходимая длина труб рассчитывается по формуле (5.16)

$$L = \frac{F}{f} = \frac{0,75}{0,19} = 3,95.$$

Вывод: Необходимая длина труб нагрева битума в битумохранилище составляет 3,95 м.

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА БИТУМОПЛАВИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Вязкий дорожный битум транспортируют в твердом состоянии. Для перегрузки его в битумохранилище и последующей отгрузки на асфальтобетонный завод необходимо перевести его в жидкое состояние. Перевод битума из твердого состояния в жидкое производят при помощи битумоплавильных установок. Необходимое количество битумоплавильных установок определяют с учетом производительности асфальтобетонного завода.

Порядок выполнения работы

Расчет производится согласно выданному ранее заданию и произведенным вычислениям в предыдущих пунктах.

Суточную потребность асфальтобетонного завода в битуме устанавливают, исходя из максимального выпуска асфальтобетонных смесей.

$$\Pi_6 = \frac{PB}{100}, \quad (6.1)$$

где P – суточный выпуск асфальтобетонных смесей, т; (см. данные в пункте 2); B – содержание битума в смеси, % по весу.

Содержание воды в битуме принимаем $W = 3$ (принимается по заданию, табл. Д.1), доли единиц.

Битумоплавильная установка Д-506. Битумный насос НШ-200. (табл. Д.1).

Суточную потребность асфальтобетонного завода в битуме Π_6 определяем по формуле 6.1 для каждого типа смесей по отдельности.

Мелкозернистая смесь:

$$\Pi_6^{\text{мз}} = \frac{PB}{100} = \frac{2154,6 \cdot 5}{100} = 107,73 \text{ т.}$$

Крупнозернистая смесь:

$$\Pi_6^{\text{кз}} = \frac{PB}{100} = \frac{2159,53 \cdot 6}{100} = 129,57 \text{ т.}$$

Находим суммарную суточную потребность асфальтобетонного завода в битуме Π_6

$$\Pi_6 = 107,73 + 129,57 = 237,3 \text{ т.}$$

Количество битумоплавильных котлов:

$$i_{\text{к}} = \frac{\Pi_{\text{б}} K_{\text{пн}}}{\Pi_{\text{к}}} + 1, \quad (6.2)$$

где $K_{\text{пн}}$ – коэффициент неравномерного потребления битума ($K_{\text{пн}} = 1 \dots 1,2$); $\Pi_{\text{к}}$ – суточная производительность котла, т/см. Определяется по формуле:

$$\Pi_{\text{к}} = \frac{T \cdot 60 k_3 V_{\text{к}} k_{\text{н}}}{t_3 + t_{\text{н}} + t_{\text{в}}}, \quad (6.3)$$

где T – продолжительность смены, 8 ч; $V_{\text{к}}$ – геометрическая емкость котла, м³; $k_{\text{н}}$ – коэффициент наполнения котла ($k_{\text{н}} = 0,75 \dots 0,8$); k_3 – коэффициент использования котла по времени ($k_3 \sim 0,85 \dots 0,9$); t_3 – время на заполнение котла битумом, мин; $t_{\text{в}}$ – время выгрузки битума из котла, мин; $t_{\text{н}}$ – время выпаривания и нагрева битума до рабочей температуры, мин.

Время на заполнение котла битумом, определяется по формуле

$$t_3 = \frac{V_{\text{к}} k_{\text{н}}}{\Pi_{\text{н}}}, \quad (6.4)$$

где $\Pi_{\text{н}}$ – производительность насоса котла, т/мин; $t_{\text{н}}$ – время выпаривания и нагрева битума до рабочей температуры, мин; $t_{\text{в}}$ – время выгрузки битума из котла, мин

$$t_3 = \frac{V_{\text{к}} k_{\text{н}}}{\Pi_{\text{н}}} = \frac{18,5 \cdot 0,75}{1,48} = 15,20, \text{ мин.}$$

Время выгрузки битума из котла, определяется по формуле

$$t_{\text{в}} = \frac{V_{\text{к}} \cdot 60 \cdot 100 \rho}{Q_{\text{Б}}}, \quad (6.5)$$

где ρ – объемная масса битума, $\rho = 1 \text{ т/м}^3$; Q – часовая производительность смесителя, т/ч (см. данные табл. А.4 согласно выбранной установке во втором пункте); Б – процентное содержание битума в смеси

$$t_{\text{в}} = \frac{V_{\text{к}} \cdot 60 \cdot 100 \rho}{Q_{\text{Б}}} = \frac{30 \cdot 60 \cdot 100 \cdot 1}{280 \cdot 5} = 128,57 \text{ мин.}$$

Время выпаривания и нагрева битума до рабочей температуры определяем по формуле

$$t_{\text{н}} = \frac{860P_{\text{котел}}}{Q_{\text{котел}}}, \quad (6.6)$$

где $P_{\text{котел}}$ – мощность нагревательных элементов в котле, кВт (см. табл. Д.3); $Q_{\text{котел}}$ – количество тепла, необходимое для обезвоживания и нагревания битума в котле, кВт (1 ккал/ч = 0,001163 кВт):

$$Q_{\text{котел}} = Q_6 + Q_7 + Q_8, \quad (6.7)$$

где Q_6 – количество тепла, необходимое для нагрева битума от начальной температуры $t_{1\text{котел}} = 90$ °С до рабочей температуры $t_{2\text{котел}} = 150$ °С, ккал/ч; Q_7 – количество тепла, необходимое для выпаривания влаги из битума, ккал/ч; Q_8 – потери тепла в окружающую среду, ккал/ч.

$$Q_6 = \Pi_6 c_6 (t_2^{\text{котел}} - t_1^{\text{котел}}), \quad (6.8)$$

$$Q_7 = \Pi_6 W c_6 (t_2^{\text{котел}} - t_1^{\text{котел}}), \quad (6.9)$$

где W – содержание воды в битуме, доли единиц (табл. Д.1); c_6 – теплоемкость воды, ккал/кг·°С. $c_6 = 1$ ккал/кг·°С; $t_{\text{кипения}}$ – температура кипения воды, °С.

Количество тепла, необходимое для нагрева битума от начальной температуры до рабочей температуры, определяется по формуле (6.8):

$$Q_6 = \Pi_6 c_6 (t_2^{\text{котел}} - t_1^{\text{котел}}) = 237,3 \cdot 1 \cdot (150 - 90) = 14\,238 \text{ ккал/ч.}$$

Количество тепла, необходимое для выпаривания влаги из битума находим по формуле (6.9)

$$Q_7 = \Pi_6 W c_6 (t_2^{\text{котел}} - t_1^{\text{котел}}) = 237,3 \cdot 3 \cdot 1 \cdot (100 - 90) = 7119 \text{ ккал/ч.}$$

Потери тепла в окружающую среду определяем по формуле

$$Q_8 = \alpha_{\text{поверх}}^{\text{котел}} F_{\text{поверх}}^{\text{котел}} (t_{\text{ср}}^{\text{котел}} - t_{\text{окр.ср}}^1), \quad (6.10)$$

где $\alpha_{\text{поверх}}^{\text{котел}}$ – коэффициент теплоотдачи от поверхности котла в окружающую среду, ккал/м²ч·°С. Принимается равным $\alpha_{\text{поверх}}^{\text{котел}} = 21,9$ ккал/м²·ч·°С; $F_{\text{поверх}}^{\text{котел}}$ – площадь поверхности котла, м² (см. табл. Д.3); $t_{\text{ср}}^{\text{котел}}$ – средняя температура битума в котле, °С.

Средняя температура битума в котле определяется по формуле

$$t_{\text{ср}}^{\text{котел}} = \frac{(t_1^{\text{котел}} + t_2^{\text{котел}})}{2}, \quad (6.11)$$

$$t_{\text{ср}}^{\text{котел}} = \frac{(t_1^{\text{котел}} + t_2^{\text{котел}})}{2} = \frac{(90 + 150)}{2} = 120,$$

$$Q_8 = \alpha_{\text{поверх}}^{\text{котел}} F_{\text{поверх}}^{\text{котел}} (t_{\text{ср}}^{\text{котел}} - t_{\text{окр.ср}}^1) = 21,9 \cdot 32 \cdot (120 - 30) = 63\,072, \text{ ккал/ч},$$

где $t_{\text{окр.ср}}^1$ – температура окружающей среды, °С. Принимается равной

$$t_{\text{окр.ср}}^1 = 30 \text{ °С}.$$

Количество тепла, необходимое для обезвоживания и нагрева битума в котле рассчитываем по формулам (6.7) и (6.6)

$$Q_{\text{котел}} = Q_6 + Q_7 + Q_8 = 14\,238 + 7119 + 63\,072 = 84\,429 \text{ ккал/ч},$$

$$t_{\text{н}} = \frac{860P_{\text{котел}}}{Q_{\text{котел}}} = \frac{860 \cdot 17,1}{84\,429 \cdot 0,001163} = 149,77 \text{ мин}.$$

Суточная производительность котла, т/см. Определяется по формуле (6.3)

$$П_{\text{к}} = \frac{T \cdot 60k_3 V_{\text{к}} k_{\text{н}}}{t_3 + t_{\text{н}} + t_{\text{в}}} = \frac{8 \cdot 60 \cdot 0,85 \cdot 18,5 \cdot 0,75}{15,20 + 149,77 + 128,57} = 31,27 \text{ т/см}.$$

Количество битумоплавильных котлов определяем по формуле (6.2)

$$i_{\text{к}} = \frac{П_{\text{б}} K_{\text{шт}}}{П_{\text{к}}} + 1 = \frac{237,3 \cdot 1,2}{31,27} = 10,11.$$

Вывод. Принимаем 11 битумоплавильных котлов Д-649.

7. РАСЧЕТ СКЛАДА И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОДАЧИ МИНЕРАЛЬНОГО ПОРОШКА

Минеральный порошок рекомендуется хранить в складах силосного типа с целью недопущения дополнительного увлажнения, которое приводит к комкованию и снижению его качества, а также к затруднению транспортирования.

Порядок выполнения работы

Расчет производится согласно выданному ранее заданию и произведенным вычислениям в предыдущих пунктах.

Потребная суммарная вместимость силосов склада, м³:

$$\sum V_c = \frac{M_3 k_n}{\rho_{\text{п}}}, \quad (7.1)$$

где M_3 – запас единовременного хранения минерального порошка, т (см. табл. 4.2); $\rho_{\text{п}}$ – плотность минерального порошка, 1,8 т/м³; k_n – коэффициент учета геометрической емкости, $k_n = 1, 1 \dots 1, 15$.

Количество силосов:

$$n = \frac{\sum V_c}{V_c}, \quad (7.2)$$

где V_c – вместимость одного силоса, м³, $V_c = 20, 30, 60, 120$ м³.

Потребная суммарная вместимость силосов склада рассчитывается по формуле (7.1):

$$\sum V_c = \frac{M_3 k_n}{\rho_{\text{п}}} = \frac{5059,8 \cdot 1,1}{1,8} = 3092,1 \text{ м}^3.$$

Количество силосов определяем по формуле (7.2):

$$n = \frac{\sum V_c}{V_c} = \frac{3092,1}{120} = 25,76 \approx 26 \text{ шт.}$$

Для транспортирования минерального порошка пневмоспособом можно использовать пневмовинтовые и пневмокамерные насосы, которые подают минеральный порошок вместе со сжатым воздухом по стальным трубам. Подача в пневмотранспортную установку сжатого воздуха осуществляется воздушодувной машиной, чаще всего компрессором.

Потребная производительность компрессора, м/мин:

$$\Pi_k = 1,25Q_B, \quad (7.3)$$

где Q_B – расход, необходимый для обеспечения требуемой производительности пневмосистемы, м/мин

$$Q_B = \frac{1000\Pi_M}{60\mu\rho_B}, \quad (7.4)$$

где Π_M – производительность пневмосистемы, т/ч; μ – коэффициент концентрации минерального порошка, $\mu = 20 \dots 50$; ρ_B – плотность воздуха; $\rho_B = 1,2 \text{ кг/м}^3$

$$\Pi_M = 0,21\Pi_{\text{ч}}, \quad (7.5)$$

где $\Pi_{\text{ч}}$ – часовая производительность АБЗ (см. данные табл. А.4 согласно выбранной установке во втором пункте).

По формуле (7.5) определяем производительность пневмосистемы, т/ч:

$$\Pi_M = 0,21\Pi_{\text{ч}} = 0,21 \cdot 280 = 58,8.$$

Затем по формуле (7.4) вычисляем расход, необходимый для обеспечения требуемой производительности пневмосистемы, м³/мин:

$$Q_B = \frac{1000\Pi_M}{60\mu\rho_B} = \frac{1000 \cdot 58,8}{60 \cdot 50 \cdot 1,2} = 16,3.$$

По формуле (7.3) вычисляем потребную производительность компрессора, м³/мин:

$$\Pi_k = 1,25Q_B = 1,25 \cdot 16,3 = 20,38.$$

Мощность на привод компрессора, кВт:

$$N_k = \frac{23\,030P_0 \lg\left(\frac{P_k}{P_0}\right)\Pi_k}{60 \cdot 120\eta}, \quad (7.6)$$

где P_0 – начальное давление воздуха, $P_0 = 1 \text{ атм}$; η – коэффициент полезного действия (КПД), $\eta = 0,9$; P_k – давление, которое должен создавать компрессор, атм.

$$P_k = P_p\alpha + P_B, \quad (7.7)$$

где P_B – давление воздуха, $P_B = 0,3 \text{ атм}$; $\alpha = 1,15 \dots 1,25$; P_p – рабочее давление в смесительной камере подающего агрегата, атм.

$$P_p = H_{\text{пол}} + 1, \quad (7.8)$$

где $H_{\text{пол}}$ – полное сопротивление пневмотранспортной системы, атм.

$$H_{\text{пол}} = H_{\text{п}} + H_{\text{под}} + H_{\text{вх}}, \quad (7.9)$$

где $H_{\text{п}}$ – путевые потери давления в атм; $H_{\text{под}}$ – потери давления на подъем, атм; $H_{\text{вх}}$ – потери давления на ввод минерального порошка в трубопровод, атм.

Путевые потери давления определяются по формуле:

$$H_{\text{п}} = \frac{k\mu\lambda\rho_{\text{в}}v_{\text{в}}^2L_{\text{тр}} \cdot 10^{-4}}{2gd_{\text{тр}}}, \quad (7.10)$$

где k – опытный коэффициент сопротивления; λ – коэффициент трения чистого воздуха о стенки трубы; $v_{\text{в}}$ – скорость воздуха, зависит от μ , при $\mu = 20 \dots 50$ кг/кг соответственно $v_{\text{в}} = 12 \dots 20$ м/с; $L_{\text{тр}}$ – приведенная длина трубопроводов; g – ускорение свободного падения, $g = 9,8$ м/с; $d_{\text{тр}}$ – диаметр трубопровода, м.

Опытный коэффициент сопротивления k вычисляем по формуле:

$$k = \frac{90d_{\text{тр}}}{v_{\text{в}}^{0,9}}. \quad (7.11)$$

Диаметр трубопровода $d_{\text{тр}}$:

$$d_{\text{тр}} = \sqrt{\frac{4Q_{\text{в}}}{60\pi v_{\text{в}}}}, \quad (7.12)$$

где $v_{\text{в}}$ – скорость воздуха, зависит от μ , при $\mu = 20 \dots 50$ кг/кг соответственно $v_{\text{в}} = 12 \dots 20$ м/с; $Q_{\text{в}}$ – расход, необходимый для обеспечения требуемой производительности пневмосистемы, м/мин.

Приведенная длина трубопроводов $L_{\text{пр}}$:

$$L_{\text{пр}} = \sum l_{\text{Г}} + \sum l_{\text{пов}} + \sum l_{\text{кр}}, \quad (7.13)$$

где $\sum l_{\text{Г}}$ – сумма длин горизонтальных участков пневмосистемы, принимаются по генплану, м; $\sum l_{\text{пов}}$ – длина, эквивалентная сумме поворотов (колен). Каждое колено принимается равным 8 м; $\sum l_{\text{кр}}$ – длина, эквивалентная сумме кранов, переключателей. Для каждого крана принимается равным 8 м.

Коэффициент трения чистого воздуха о стенки трубы λ равен:

$$\lambda = 0,246 \left(\frac{v_B d_{\text{тр}}}{V} \right)^{-0,22}, \quad (7.14)$$

где V – коэффициент кинематической вязкости воздуха, м²/с, $V = 14,9 \cdot 10^{-5}$

Потери давления на подъем:

$$H_{\text{под}} = \rho'_B \mu h \cdot 10^{-4}, \quad (7.15)$$

где $\rho'_B = 1,8$ кг/м³ – средняя плотность воздуха на вертикальном участке; h – высота подъема материала, м. Принимается в соответствии номеров варианта по табл. Е.2.

Потери давления при вводе минерального порошка в трубопровод:

$$H_{\text{вх}} = \frac{(\chi + \mu) \rho_{\text{вх}} v_{\text{вх}}^2 \cdot 10^{-4}}{2g}, \quad (7.16)$$

где χ – коэффициент, зависящий от типа загрузочного устройства. Для винтовых насосов следует принимать $\chi = 1$, для пневмокамерных $\chi = 2$. Принимается по цифре варианта, четная – винтовой насос, нечетная пневмокамерный; $v_{\text{вх}}$ – скорость воздуха при вводе минерального порошка в трубопровод, м/с:

$$v_{\text{вх}} = \frac{v_B P_0}{(H_{\text{п}} + H_{\text{под}} + 1)}, \quad (7.17)$$

где $\rho_{\text{вх}}$ – плотность воздуха при вводе минерального порошка, кг/м³:

$$\rho_{\text{вх}} = \frac{\rho_B (H_{\text{п}} + H_{\text{под}} + 1)}{P_0}. \quad (7.18)$$

По формуле (7.12) определяем диаметр трубопровода $d_{\text{тр}}$, м:

$$d_{\text{тр}} = \sqrt{\frac{4Q_B}{60\pi v_B}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 16,3}{60 \cdot 3,14 \cdot 20}} = 0,13.$$

По формуле (7.13) рассчитываем приведенную длину трубопроводов $L_{\text{пр}}$. Исходные данные для расчета принимаем по табл. Е.2:

$$L_{\text{пр}} = \sum l_{\text{Г}} + \sum l_{\text{пов}} + \sum l_{\text{кр}} = 80 + (8 \cdot 4) + (8 \cdot 3) = 136.$$

Коэффициент трения чистого воздуха о стенки трубы λ определяем по формуле (7.14):

$$\lambda = 0,246 \left(\frac{v_B d_{\text{тр}}}{V} \right)^{-0,22} = 0,246 \left(\frac{20 \cdot 0,13}{14,9 \cdot 10^{-6}} \right)^{-0,22} = 0,02.$$

Опытный коэффициент сопротивления k вычисляем по формуле (7.11):

$$k = \frac{90 d_{\text{тр}}}{v_B^{0,9}} = \frac{90 \cdot 0,13}{20^{0,9}} = 0,79.$$

Путевые потери давления определяются по формуле (7.10):

$$\begin{aligned} H_{\Pi} &= \frac{k \mu \lambda \rho_B v_B^2 L_{\text{тр}} \cdot 10^{-4}}{2 g d_{\text{тр}}} = \\ &= \frac{0,79 \cdot 50 \cdot 0,02 \cdot 1,2 \cdot 20^2 \cdot 136 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 9,8 \cdot 0,13} = 0,73. \end{aligned}$$

Потери давления на подъем определяем по формуле (7.15):

$$H_{\text{под}} = \rho'_B \mu h \cdot 10^{-4} = 1,8 \cdot 50 \cdot 12 \cdot 10^{-4} = 0,11.$$

Определяем скорость воздуха при вводе минерального порошка в трубопровод $v_{\text{вх}}$ по формуле (7.17):

$$v_{\text{вх}} = \frac{v_B P_0}{(H_{\Pi} + H_{\text{под}} + 1)} = \frac{20 \cdot 1}{(0,73 + 0,11 + 1)} = 10,9.$$

Плотность воздуха при вводе минерального порошка $\rho_{\text{вх}}$ рассчитываем по формуле (7.18):

$$\rho_{\text{вх}} = \frac{\rho_B (H_{\Pi} + H_{\text{под}} + 1)}{P_0} = \frac{1,2 \cdot (0,73 + 0,11 + 1)}{1} = 2,21.$$

Потери давления при вводе минерального порошка в трубопровод вычисляем по формуле (7.16):

$$H_{\text{вх}} = \frac{(\chi + \mu) \rho_{\text{вх}} v_{\text{вх}}^2 \cdot 10^{-4}}{2 g} = \frac{(1 + 50) \cdot 2,21 \cdot 10,9^2 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 9,8} = 0,07.$$

По формуле (7.9) определяем полное сопротивление пневмотранс портной системы $H_{\text{пол}}$:

$$H_{\text{пол}} = H_{\text{п}} + H_{\text{под}} + H_{\text{вх}} = 0,73 + 0,11 + 0,07 = 0,91.$$

Рабочее давление в смесительной камере подающего агрегата рассчитываем по формуле (7.8):

$$P_{\text{р}} = H_{\text{пол}} + 1 = 0,91 + 1 = 1,91.$$

По формуле (7.7) определяем давление, которое должен создавать компрессор P_k :

$$P_k = P_{\text{р}} \alpha + P_{\text{в}} = 1,91 \cdot 1,15 + 0,3 = 2,5.$$

Мощность на привод компрессора вычисляем по формуле (7.6):

$$N_k = \frac{23\,030 P_0 \lg\left(\frac{P_k}{P_0}\right) \Pi_k}{60 \cdot 120 \eta} = \frac{23\,030 \cdot 1 \cdot \lg\left(\frac{2,5}{1}\right) \cdot 20,38}{60 \cdot 120 \cdot 0,9} = 28,82.$$

Вывод. Количество силосов принимается 26 шт. Мощность на привод компрессора пневмотранспортной системы 28,82 кВт.

8. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ НЕОБХОДИМЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НА АСФАЛЬТОБЕТОННОМ ЗАВОДЕ

В состав энергетического хозяйства асфальтобетонного завода входит парокотельное отделение, компрессорное отделение, электро-распределительное устройство и инженерные устройства по водоснабжению.

Расчет необходимых энергоресурсов производится с учетом ранее произведенных вычислений.

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:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4, \quad (8.1)$$

где P_1 – расход пара на слив битума из железнодорожных цистерн; P_2 – то же, на нагрев вяжущего в битумохранилищах; P_3 – все же, на обогрев трубопроводов; P_4 – все же, на распыление добавляется в форсунках.

Расход пара на нагрев битума в битумохранилище, приемке, в железнодорожном вагоне определяется по формулам:

$$P_1 = \frac{Q_1}{q}; \quad (8.2)$$

$$P_2 = \frac{Q_2}{q}, \quad (8.3)$$

где Q_1 – необходимое количество тепла для поддержки битума через паровые рубашки или змеевики железнодорожных полувагонов и цистерн, определяется по формуле:

$$Q_1 = \frac{GC_6(t_2 - t_1)}{T_p} \eta n_6, \quad (8.4)$$

где G – производительность битумохранилища по выдаче битума, кг/ч, (определяется по формуле (5.3)); C_6 – удельная теплоемкость битума, разная при $t = 60...80$ °С – 1675 дж/кг °К; η – коэффициент тепловых потерь (1,15...1,20); t_1 – начальная температура битума (зимой –10 °С, летом +10 °С); t_2 – конечная температура нагрева битума (80 °С); n_v – количество одновременно выгружаемых вагонов, принимается по табл. Ж.1 согласно варианту; T_p – нормативное время выгрузки (устанавливается Министерством транспорта и составляет для цистерн 4 ч, для полувагонов – 2 ч). Принимается по номеру варианта, для четного числа – цистерна, для нечетного – полувагоны; Q_2 – расход тепла на нагрев вяжущего в хранилище битума и приемке (см. формулу (5.4)); q – теплосодержание 1 кг пара, ккал/кг (принимается по табл. Ж.1).

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 $L_{тр}$ (принимается по табл. Ж.1) составляют:

$$Q_3 = 150L_{тр}, \quad (8.5)$$

и расход пара (в кг) будет:

$$P_3 = Q_3 / q. \quad (8.6)$$

Суммарный расход пара на распыление топлива в форсунках (кг/ч):

$$P_4 = q' \sum \Pi q_t, \quad (8.7)$$

где q' – удельный расход пара, подаваемого через форсунку на 1 кг израсходованного топлива, кг (при тепловых расчетах сушильных барабанов принимают $q' = 0,6$ кг); $\sum \Pi$ – суммарная производительность асфальтосмесительных установок (см. пункт 2); q_t – удельный расход топлива на 1 т приготавливаемой асфальтобетонной смеси, кг (в среднем $q_t = 8$ кг/т).

Потребное количество котлов, шт.:

$$N_k = \frac{PK_3K_{\Pi}}{q_k}, \quad (8.8)$$

где P – потребность пара, кг/ч; K_3 – коэффициент запаса, учитывающий неравномерность потребления пара, равный 1,2; K_{Π} – 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 м² площади нагрева (принимается по табл. Ж.2).

По установленному значению N_k выбирают количество котлов.

Потребное количество тепла на подогрев битума через паровые рубашки или змеевики железнодорожных полувагонов и цистерн вычисляем по формуле (8.4). Производительность битумохранилища по выдаче битума по ранее выполненным расчетам $G = 31,27$ кг/ч

$$Q = \frac{GC(t-t_0)}{T} \eta_n = \frac{18,12 \cdot 1,675 \cdot (80-10)}{4} \cdot 1,15 \cdot 4 = 2443,26.$$

Расход тепла на нагрев вязущего в битумохранилище и приемке определяли ранее (см. формулу (5.4)):

$$Q_2 = 2283,12, \text{ кДж.}$$

Расход пара на нагрев битума в железнодорожном вагоне вычисляется по формуле (8.2):

$$P_1 = \frac{Q_1}{q} = \frac{2443,26}{254,8} = 9,59.$$

Расход пара на нагрев битума в битумохранилище и приемке вычисляется по формуле (8.3):

$$P_2 = \frac{Q_2}{q} = \frac{2283,12}{254,8} = 8,96.$$

По формуле (8.5) вычисляем расход тепла на обогрев трубопровода:

$$Q_3 = 150L_{\text{тр}} = 150 \cdot 40 = 6000 \text{ ккал/ч.}$$

Вычисляем расход (в кг) по формуле (8.6):

$$P_3 = \frac{Q_3}{q} = \frac{6000}{254,8} = 23,55.$$

Суммарный расход пара на распыление тепла в форсунках определяем по формуле (8.7):

$$P_4 = q' \sum Pq_{\text{т}} = 0,6 \cdot 560 \cdot 8 = 2688.$$

По формуле (8.1) рассчитываем суммарную потребность пара на асфальтобетонном заводе:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 9,59 + 8,96 + 23,55 + 2688 = 2730,1.$$

Определяем необходимое количество котлов по формуле (8.8)

$$N_k = \frac{Pk_3 k_{\text{п}}}{q_k} = \frac{2730,1 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{700} = 5,15.$$

Принимаем 6 паровых котлов.

8.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В СЖАТОМ ВОЗДУХЕ

Компрессорное отделение на асфальтобетонных заводах обеспечивает сжатым воздухом выполнение следующих операций: распыление топлива через форсунки, работу пневматических инструментов, подачу минерального порошка по пневматическому трубопроводу, работу систем автоматики.

Суммарная потребность в сжатом воздухе на АБЗ:

$$V = V_1 + V_2, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (8.9)$$

где V_1 – расход сжатого воздуха на распыление топлива у форсунок; V_2 – то же, на пневматический транспорт минерального порошка.

Расход сжатого воздуха на распыление топлива у форсунок:

$$V_1 = \frac{1}{60} n v_1 q_{\phi} K, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (8.10)$$

где q_{ϕ} – расход топлива форсунками за 1 ч работы, кг (650 кг/ч); n – количество форсунок различного типа, работающих на заводе (равно количеству смесителей, в пункте 2); v_1 – удельный расход воздуха на распыление топлива форсункой (ориентировочно принимают $v_1 = 0,7 \dots 1,0 \text{ м}^3/\text{кг}$ топлива); K – коэффициент одновременности, установлен 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:

$$V_2 = \frac{1}{60} \frac{Q}{3,6\gamma\mu}, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (8.11)$$

где Q – производительность пневматической установки, т/ч ($Q = 120 \dots 150 \text{ т/ч}$); γ – плотность воздуха, кг/м³ (для нагнетающих устройств $\gamma = 1,6 \dots 2,0 \text{ кг/м}^3$); 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:

8.1. Массовая концентрация смеси порошка с воздухом

$L_{\text{тр}}, \text{ м}$	100	200	400	800
$\mu, \text{ кг/кг}$	55	38	25	16

Расчетный суммарный расход сжатого воздуха (в м³/мин) составит:

$$V_p = VK_{пв}, \quad (8.12)$$

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 (табл. Ж.3).

Рассчитываем расход сжатого воздуха на распыление топлива у форсунок по формуле (8.10)

$$V_1 = \frac{1}{60} n v_1 q_{ф} K = \frac{1}{60} \cdot 2 \cdot 0,7 \cdot 650 \cdot 1 = 15,17.$$

При помощи формулы (8.11) вычисляем расход сжатого воздуха на пневматический транспорт минерального порошка. Дальность транспортировки минерального порошка, равную 136 м, определяли ранее по формуле (7.13). Массовая концентрация смеси порошка с воздухом рассчитывается по табл. 8.1:

$$V_2 = \frac{1}{60} \frac{Q}{3,6\gamma} = \frac{1}{60} \frac{120}{3,6 \cdot 1,6 \cdot 48,88} = 0,007.$$

Компрессорное отделение на асфальтобетонных заводах обеспечивает сжатым воздухом выполнение следующих операций: распыление топлива через форсунки, работу пневматических инструментов, пневмотранспортирование минерального порошка, работу систем автоматики.

Суммарная потребность в сжатом воздухе на АБЗ определяется по формуле (8.9)

$$V = V_1 + V_2 = 15,17 + 0,007 = 15,177.$$

Расчетный суммарный расход сжатого воздуха (в м³/мин) вычисляем по формуле (8.12):

$$V_p = VK_{пв} = 15,177 \cdot 1,7 = 25,8.$$

По полученному требуемому расходу сжатого воздуха выбираем один винтовой компрессор CROSSAIR CA 160-8GA (табл. Ж.3) с производительностью 27 000 л/мин или 27 м³/мин.

8.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Источником электроэнергии на АБЗ могут служить передвижные электростанции или трансформаторная подстанция, получающая ток от электрической системы района строительства.

При проектировании электроснабжения АБЗ необходимо установить силовую и световую мощность оборудования; составить схему электросети и произвести ее расчет; определить необходимую мощность трансформаторной подстанции или электростанции.

Количество потребляемой электроэнергии определяется по формуле:

$$N = 1,1K_c \left(\frac{\sum N_c}{\cos \varphi} + \sum N_b + \sum N_n \right), \quad (8.13)$$

где K_c – коэффициент, учитывающий потери мощности, равный 1,05...1,10; N_n – суммарная мощность наружного освещения, кВт; N_c – суммарная мощность силовых установок, кВт; N_b – суммарная мощность внутреннего 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 различными способами «ватт», «светового потока» и др. Рассмотрим способ «ватт».

Требуемая мощность N_i , кВт, для данного помещения или цеха с освещаемой площадью S , м², будет равна:

$$N_i = \frac{ESK_3}{1000E_{cp}}, \quad (8.14)$$

где E – средняя нормативная освещенность данной площади S в лк, которая принимается равной: для производственных цехов $E = 20$ лк; для работ с механизмами на открытом воздухе $E = 5$ лк; для площадок у смесителя $E = 3$ лк; для складских помещений $E = 1...2$ лк; для душевых, умывальных, туалетных $E = 10$ лк; для заводских границ и контуров складов $E = 0,5$ лк; для железнодорожных путей $E = 2$ лк; для проходов и проездов $E = 0,5...1,0$ лк; E_{cp} – средняя удельная горизонтальная освещенность, в лк, при равномерном расположении светильников по площади, Вт/м², принимается по табл. 8.2; K_3 – коэффициент, учитывающий снижение освещенности из-за загрязнения ламп и осветительной арматуры, равный 1,30.

В результате расчетов определяют N_i для каждого помещения и путем суммирования получают значение $\sum N_b$.

Расчет ведется в табличной форме (образец: табл. 8.4 и 8.5).

8.2. Значения средней удельной горизонтальной освещенности E_{cp}

Напряжение, В	Значения E_{cp} , Вт/м ² , для прямого света при мощности ламп, Вт								
	40	60	100	150	200	300	500	750	1000
220	2,3	2,5	2,7	3,1	3,4	3,7	4,1	4,4	4,7
127	2,6	2,9	3,5	4,0	4,2	4,4	4,8	5,0	5,2

8.3. Требуемая мощность, для освещения различных помещений, кВт

	Склад ГСМ	Пожарный сарай	Гардероб и душевая	Туалет	Ремонтная мастерская с маг. складом	Контора	Передвижной контрольный пункт	Лаборатория
E								
S								
K_3								
E_{cp}								
N_{Bj}								
N_B								

8.4. 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					

Для освещения территории целесообразно использовать прожекторы, монтируемые на стационарных или передвижных мачтах.

Расчет сводится к определению по нормативной освещенности количества прожекторов и их мощности.

Суммарный световой поток F в лм, необходимый для освещения площади S , равен:

$$F = \sum SEK_1K_2, \quad (8.15)$$

где E – средняя нормативная освещенность данной площади S , лк; S – площадь, подлежащая освещению, м²; 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 табл. 8.5.

8.5. Технические данные ламп накаливания общего назначения

Мощность, Вт	40	60	100	150	200	300	500	750	1000	1500
Световой поток f , лм	400	715	1350	2000	2800	4600	8300	13 100	18 600	29 000

Например, для прожектора ПЗ-Э5 угол рассеивания в горизонтальной плоскости равен 26°, в вертикальной – 18,5°, $f = 3200$ лм.

Мощность всех прожекторов:

$$\sum N_n = n\omega, \quad (8.17)$$

где ω – мощность лампы для данного прожектора ($\omega = 0,2...1,0$ кВт).

Определив общую требуемую мощность по формуле (8.13), вычисляют расчетную мощность, необходимую для выбора силового оборудования, по формуле:

$$N_p = \frac{NK_n}{\eta \cos \varphi}, \quad \text{кВт}, \quad (8.18)$$

где K_n – 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 Π_3 , во втором – количество понижающих трансформаторных подстанций $\Pi_{тр}$:

$$\Pi_3 = \frac{N_p}{N_3}; \quad \Pi_{тр} = \frac{N_p}{N_{тр}}, \quad (8.19)$$

где N_3 , $N_{тр}$ – 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.

Потребное количество электроэнергии для освещения внутренних помещений рассчитываем по формуле (8.14). Исходные данные для расчета принимаем по табл. Ж.4. Результаты расчета записываем в табл. 8.4. Для различных помещений принимаем лампы мощностью:

Склад ГСМ, Пожарный сарай – 60 Вт;

Гардероб и душевая, туалет – 40 Вт;

Ремонтная мастерская с мат. складом, контора, передвижной контрольный пункт, лаборатория – 150 Вт.

Значения средней удельной горизонтальной освещенности $E_{ср}$ принимаем при напряжении 220 В по табл. 8.2.

Требуемая мощность $N_{в_i}$, кВт, для данного помещения или цеха с освещаемой площадью S , м², будет равна:

Склад ГСМ:

$$N_i = \frac{ESK_3}{1000E_{ср}} = \frac{20 \cdot 38 \cdot 1,3}{1000 \cdot 2,5} = 0,04.$$

Пожарный сарай:

$$N_i = \frac{ESK_3}{1000E_{ср}} = \frac{20 \cdot 15 \cdot 1,3}{1000 \cdot 2,5} = 0,01.$$

8.6. Требуемая мощность для освещения различных помещений, кВт

	Склад ГСМ	Пожарный сарай	Гардероб и душевая	Туалет	Ремонтная мастерская с мат. складом	Контора	Передвижной контрольный пункт	Лаборатория
E	2	1	10	10	20	20	20	20
S	38	15	19	16	82	201	35	99
K_3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
E_{cp}	2,5	2,5	2,3	2,3	3,1	3,1	3,1	3,1
$N_{вi}$	0,04	0,01	0,11	0,09	0,69	1,69	0,29	0,83
$N_{в}$	3,75							

Гардероб и душевая:

$$N_i = \frac{ESK_3}{1000E_{cp}} = \frac{10 \cdot 19 \cdot 1,3}{1000 \cdot 2,3} = 0,11.$$

Туалет:

$$N_i = \frac{ESK_3}{1000E_{cp}} = \frac{20 \cdot 16 \cdot 1,3}{1000 \cdot 2,3} = 0,09.$$

Ремонтная мастерская с мат. складом:

$$N_i = \frac{ESK_3}{1000E_{cp}} = \frac{20 \cdot 82 \cdot 1,3}{1000 \cdot 3,1} = 0,69.$$

Контора:

$$N_i = \frac{ESK_3}{1000E_{cp}} = \frac{20 \cdot 201 \cdot 1,3}{1000 \cdot 3,1} = 1,69.$$

Передвижной контрольный пункт:

$$N_i = \frac{ESK_3}{1000E_{cp}} = \frac{20 \cdot 35 \cdot 1,3}{1000 \cdot 3,1} = 0,29.$$

Лаборатория:

$$N_i = \frac{ESK_3}{1000E_{cp}} = \frac{20 \cdot 90 \cdot 1,3}{1000 \cdot 3,1} = 0,83.$$

Требуемая мощность для освещений внутренних помещений $N_{в_i}$, кВт:

$$N_{в} = 0,04 + 0,01 + 0,11 + 0,09 + 0,69 + 1,69 + 0,29 + 0,83 = 3,75.$$

Потребное количество электроэнергии для освещения наружных площадей рассчитываем по формуле (8.15). Исходные данные для расчета принимаем по табл. Ж.3. Результат расчета записываем в табл. 8.7

8.7. 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	2650	2710	880	10 500	940
E	2	1	3	0,5	5
K_1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
K_2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
F_i	9540	4878	4752	7938	8460
F	35 568				

Суммарный световой поток F в лм, необходимый для освещения площади S , равен:

Ж/д пути:

$$F = \sum SEK_1K_2 = 2650 \cdot 2 \cdot 1,5 \cdot 1,2 = 9540.$$

Проходы и проезды:

$$F = \sum SEK_1K_2 = 2710 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,2 = 4878.$$

Площадки у смесителей:

$$F = \sum SEK_1K_2 = 880 \cdot 3 \cdot 1,5 \cdot 1,2 = 4752.$$

Заводские границы и контуры складов:

$$F = \sum SEK_1K_2 = 10\,500 \cdot 0,5 \cdot 1,5 \cdot 1,2 = 7938.$$

Площади для работы с механизмами на открытом воздухе:

$$F = \sum SEK_1 K_2 = 940 \cdot 5 \cdot 1,5 \cdot 1,2 = 8460.$$

Суммарный световой поток F в лм, необходимый для освещения наружных площадей:

$$F = 9540 + 4878 + 4752 + 7938 + 8460 = 35568.$$

Необходимое число прожекторов определяем по формуле (8.16), мощность лампы накаливания принимаем равной 300 Вт:

$$n = \frac{F}{f} = \frac{35568}{4600} = 7,73.$$

Мощность всех прожекторов рассчитываем по формуле (8.17):

$$\sum N_n = n\omega = 8 \cdot 0,5 = 4.$$

Мощность силовых установок $\sum N_n$ определяется суммированием произведений количества каждого вида оборудования на его мощность.

В соответствии с ранее проведенными расчетами в работе принято оборудование:

- два асфальтобетонных завода Parker StarMix 3400 (пункт 2) с мощностью 559 кВт каждый (табл. А.4);
- 11 битумоплавильных установок Д-649 (пункт 6), с мощностью 22,7 кВт каждый (табл. Д.3);
- 11 битумных насосов НШ-200 (пункт 6), с мощностью 15 кВт каждый (табл. Д.2);
- мощность на привод компрессора пневмотранспортной системы 28,82 кВт (пункт 7);
- 6 паровых котлов Е-0,7-0,9 М (пункт 8), с мощностью 1,1 кВт каждый (табл. Ж.2);
- один винтовой компрессор CROSSAIR CA 160-8GA (пункт 8), с мощностью 160 кВт (табл. Ж.3).

$$\sum N_c = 559 \cdot 2 + 22,7 \cdot 11 + 15 \cdot 11 + 28,82 + 1,1 \cdot 6 + 160 \cdot 1 = 1728,12.$$

Потребное количество электроэнергии определяется по формуле (8.13):

$$\begin{aligned}
 N &= 1,1K_c \left(\frac{\sum N_c}{\cos \varphi} + \sum N_b + \sum N_k \right) = \\
 &= 1,1 \cdot 1,1 \cdot \left(\frac{1728,12}{0,75} + 3,75 + 4 \right) = 2797,41.
 \end{aligned}$$

Вычисляем расчетную мощность, необходимую для выбора силового оборудования, по формуле (8.18)

$$N_p = \frac{NK_{\Pi}}{\eta \cos \varphi} = \frac{2797,41 \cdot 1,1}{0,85 \cdot 0,75} = 4826,9.$$

В качестве источника электроэнергии выбираем дизель-генераторы. Выбираем 2 дизель-генератора Cummins C3500D5 из табл. Ж.5. Основная мощность данного генератора составляет 2500 кВт. Требуемое количество вычисляем по формуле

$$\Pi_3 = \frac{N_p}{N_3} = \frac{4826,9}{2500} = 1,93.$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение изложенного в учебном пособии материала позволит молодым специалистам на практике более точно решать вопросы, связанные с обеспечением дорожных организаций необходимыми ресурсами, в связи с расширением дорожной сети и многочисленными ремонтами существующих дорог.

Для приготовления асфальтобетонной смеси используется разнообразное оборудование и различные материалы. Для эффективной работы асфальтобетонного завода студентами выполняются расчеты по определению потребности в различных материалах и оборудовании.

В учебном пособии представлены материалы по расчету необходимого количества дорожно-строительных материалов и оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдулханова, М. Ю. Технологии производства материалов и изделий и автоматизация технологических процессов на предприятиях дорожного строительства [Электронный ресурс] : учеб/ пособие / М. Ю. Абдулханова, В. А. Воробьев, В. П. Попов. – М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2014. – 576 с. – URL : <http://www.iprbookshop.ru/26927>
2. Строительство автомобильных дорог : учебник для вузов : в 2 т. Т. 1 / В. К. Некрасов, Н. Н. Иванов; Н. Н. Иванов и др. ; под ред. В. К. Некрасова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Интеграл, 2014. – 416 с.
3. Подольский, В. П. Технология и организация строительства автомобильных дорог. Т. 1. Земляное полотно / В. П. Подольский, А. В. Глагольев, П. И. Поспелов ; под ред. В. П. Подольского. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2005. – 528 с.
4. Проектирование и организация работы производственных предприятий дорожного строительства : задания и метод. указания к выполнению курсовой работы / сост. М. Г. Салихов. – Йошкар-Ола : Марийский государственный технический университет, 2011. – 52 с.
5. Сергеев, В. П. Строительные машины и оборудование : учебник для вузов / В. П. Сергеев. – М. : Интеграл, 2014 г. – 376 с.
6. Силкин, В. В. Технология и организация работ на производственных предприятиях дорожного строительства : учеб. пособие / В. В. Силкин. – М. : Изд-во АСВ, 2005. – 208 с.
7. Строительство и реконструкция автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. I / А. П. Васильев, Б. С. Марышев, В. В. Силкин и др. ; под ред. д-ра техн. наук, проф. А. П. Васильева. – М. : Информавтодор, 2005. – 207 с.
8. Строительство автомобильных дорог: учебник / коллектив авторов ; под ред. В. В. Ушакова и В. М. Ольховикова. – М. : Кнорус, 2013. – 576 с.
9. ГЭСН 81-02-27–2017. Сборник № 27. Автомобильные дороги. Государственные сметные нормы. – М., 2017 г. (дата введения: 2019-01-01)
10. Нормативные показатели расхода материалов (НПРМ). Сборник № 27. Автомобильные дороги. Техническая часть.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

А.1. Исходные данные для расчета

Номер варианта	Район строительства	Протяженность дорог по категориям, км			Толщина слоя а/б, см	
		III	IV	V	Верхний слой III/IV/V	Нижний слой III/IV/V
0	Томск	43	50	38	6/5/4	6/5/5
1	Тобольск	30	30	35	5/6/4	5/5/4
2	Надым	28	44	10	5/5/4	6/6/6
3	Ханты-Мансийск	38	23	42	6/5/5	6/5/5
4	Сургут	37	46	23	5/5/4	5/5/4
5	Курган	33	55	41	6/5/5	6/5/5
6	Омск	42	37	44	6/5/4	6/6/5
7	Екатеринбург	45	56	44	6/6/6	6/6/6
8	Уфа	36	54	33	6/4/5	6/5/5
9	Казань	44	55	36	5/4/4	6/5/5
10	Воронеж	36	29	40	6/5/5	6/6/6
11	Белгород	30	31	38	5/5/4	6/5/5
12	Пенза	40	39	44	6/4/5	5/5/4
13	Якутск	40	21	41	5/5/4	6/5/5
14	Хабаровск	46	58	49	6/4/5	6/5/5
15	Барнаул	37	46	23	5/6/4	5/5/4

А.2. Средняя температура, °С

1	2	3	4	5	6	7
Томск	I	II	III	IV	V	VI
	-17,9	-15,7	-7,7	1,2	9,7	15,9
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	18,7	15,3	9,0	1,3	-8,5	-15,4
Тобольск	I	II	III	IV	V	VI
	-17,1	-15,6	-7	1,8	10,2	16,7
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	18,7	15,3	9,0	2,2	-8,2	-14,9
Надым	I	II	III	IV	V	VI
	-24,9	-20	-10,8	0,6	9,7	14,1
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	19	16,1	9,7	-0,3	-12,1	-23,8
Ханты-Мансийск	I	II	III	IV	V	VI
	-18,9	-16,8	-8,3	-1,4	7,5	15,5
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	18,4	14,4	7,7	0,2	-10,8	-16,5
Сургут	I	II	III	IV	V	VI
	-20	-18,3	-9,3	-2,9	5,8	14,4
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	18,2	14,4	7,4	-0,2	-11,5	-18
Курган	I	II	III	IV	V	VI
	-15,2	-14,2	-6,5	4,6	12,6	18,4
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	19,8	17,2	10,9	3,9	-6,4	-12,9
Омск	I	II	III	IV	V	VI
	-16,3	-15	-7,3	3,7	12,5	18,0
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	19,6	16,9	10,4	3,5	-7,3	-13,8
Екатеринбург	I	II	III	IV	V	VI
	-12,6	-11,1	-3,8	4,3	11,3	17,1
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	19,0	15,9	9,8	3,4	-5,8	-11

1	2	3	4	5	6	7
Уфа	I	II	III	IV	V	VI
	-12,4	-11,8	-5,1	5,2	13,2	18,1
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	19,7	17,2	11,3	4,5	-4,2	-10,7
Казань	I	II	III	IV	V	VI
	-10,4	-10,1	-3,9	5,5	13,3	18,1
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	20,2	17,6	11,7	4,8	-3,4	-8,6
Воронеж	I	II	III	IV	V	VI
	-7,5	-7,2	-1,4	8,2	14,9	18,4
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	20,1	18,9	13,1	6,5	-0,1	-5,2
Белгород	I	II	III	IV	V	VI
	-8,5	-6,4	-2,5	7,5	14,6	17,9
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	19,9	18,7	12,9	6,4	0,3	-4,5
Пенза	I	II	III	IV	V	VI
	-9,8	-9,7	-3,7	6,8	14,2	18,0
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	19,8	18,0	12,2	5,1	-2,0	-7,8
Якутск	I	II	III	IV	V	VI
	-39,6	-35,0	-20,8	-5,2	7,3	16,1
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	19,1	15,1	5,9	-8,0	-28,2	-38,1
Хабаровск	I	II	III	IV	V	VI
	-20,2	-16,1	-6,8	4,5	12,3	18,0
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	21,3	19,6	13,5	4,9	-7,3	-17,7
Барнаул	I	II	III	IV	V	VI
	-16,3	-14,4	-7,1	3,6	12,3	17,8
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	19,8	17,0	10,9	3,3	-6,5	-13,5

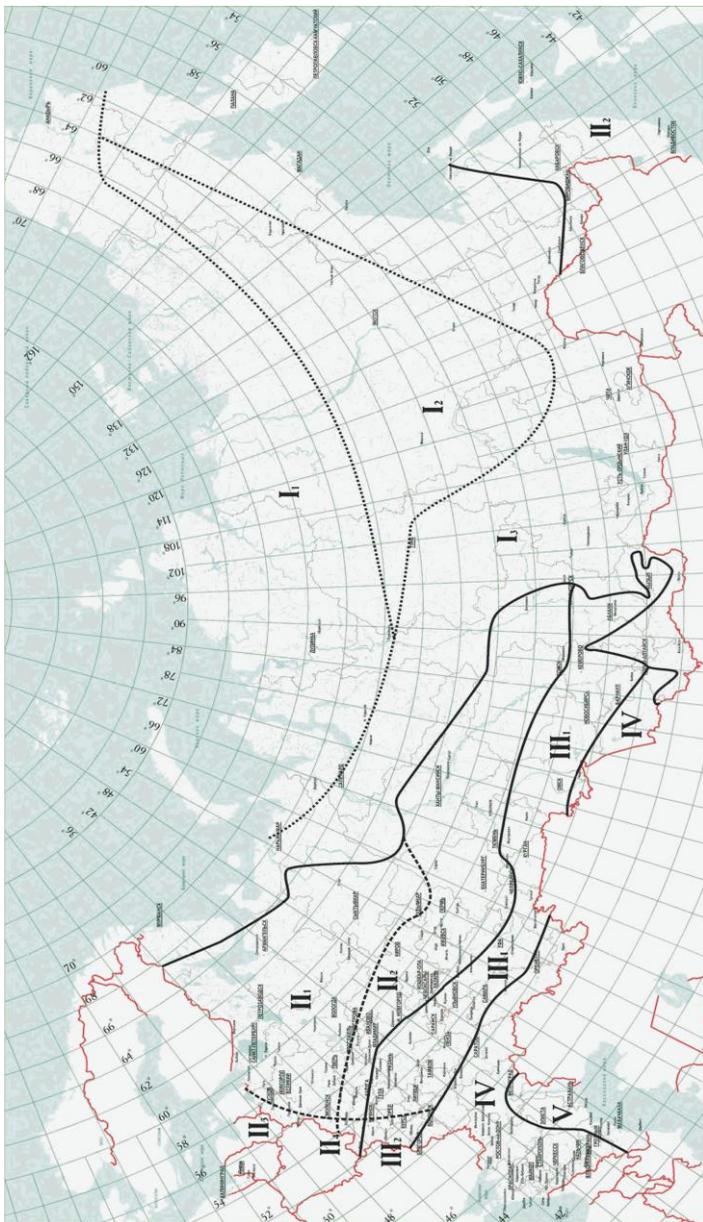


Рис. А.1. Дорожно-климатическое районирование

**А.3. Основные параметры поперечного профиля проезжей части
и земляного полотна автомобильных дорог**

Категория дороги	Ширина земляного полотна	Число полос движения	Ширина, м					
			полосы движения	укрепленной полосы обочины	центральной разделительной полосы	остановочной полосы	обочины	укрепленной полосы на разделительной полосе
1А	28,5; 36; 43,5	4; 6; 8	3,75	0,75	6	2,5	3,75	1
1Б	27,5; 35; 42,5	4; 6; 8	3,75	0,75	5	2,5	3,75	1
1В	21; 28; 17,5	4; 6; 8	3,75 / 3,5	0,75 / 0,5	5	2,5	3,75	1
II	15; 12	4; 2	3,75 / 3,5	0,75 / 0,5	–	2,5	3,75 / 2,5	–
III	12	2	3,0	0,5	–	–	2,5	–
IV	10	2	3,0	0,5	–	–	2,0	–
V	8	1	4,5	–	–	–	1,75	–

А.4. Асфальтобетонные заводы

№	Асфальтобетонные заводы	Производительность, т/ч	Максимальная масса замеса, кг	Страна изготовитель	Установленная мощность электрооборудования, кВт
1	LB 500	40	500	Китай	150
2	HC-15S	56	750	Россия	195
3	DDS300	64	800	Китай	200
4	ДС-185-80	80	1000	Россия	199
5	DDS1000	90	1000	Киган	256
6	DDS1200	96	1200	Китай	316
7	КДМ 209	110	1500	Россия	280
8	ДС-185-160	120	2000	Россия	215
9	DDS1500	120	1500	Китай	358
10	КДМ 206	160	2200	Россия	513
11	КДМ 205	200	2500	Россия	500
12	DDS3000	240	3000	Китай	700
13	Parker Star Mix 3400	280	4250	Англия	559
14	Pioneer 4500	320	4500	Китай	717
15	Parker StarMix 5000	400	5250	Англия	960
16	Pioneer 5500	440	5500	Китай	821

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Б.1. Гранулометрический состав асфальта

Вариант	Верхний слой		Нижний слой	
	Рис. №	Линия	Рис. №	Линия
0	Б.1	Н	Б.4	Н
1	Б.1	С	Б.4	С
2	Б.1	Н	Б.4	В
3	Б.2	Н	Б.5	Н
4	Б.2	С	Б.5	С
5	Б.2	В	Б.5	В
6	Б.3	Н	Б.4	Н
7	Б.3	С	Б.4	С
8	Б.3	В	Б.5	В
9	Б.2	С	Б.5	С
10	Б.1	Н	Б.4	В
11	Б.1	Н	Б.4	Н
12	Б.3	В	Б.5	В
13	Б.0	Н	Б.5	В
14	Б.1	С	Б.4	С
15	Б.2	Н	Б.5	Н

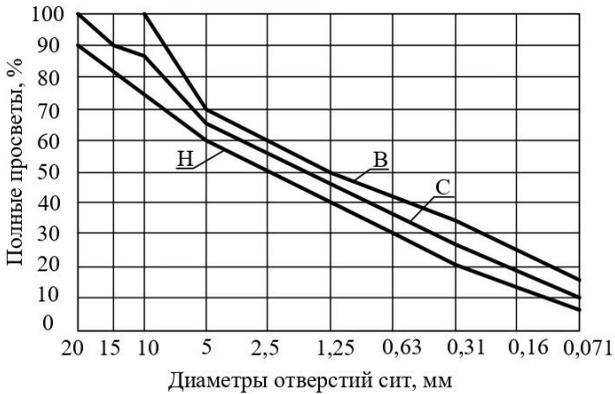


Рис. Б.0. Гранулометрический состав асфальтобетонной смеси

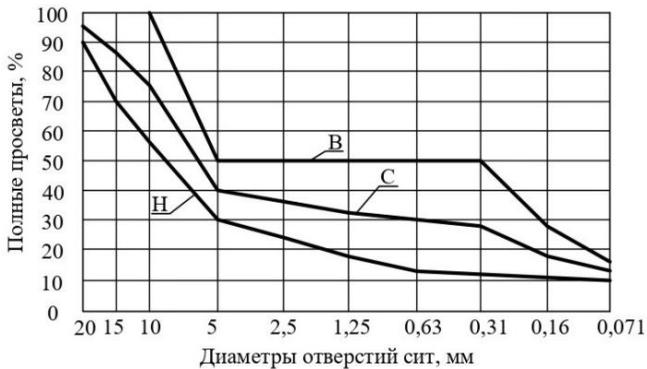


Рис. Б.1. Высокоплотные асфальтовые смеси

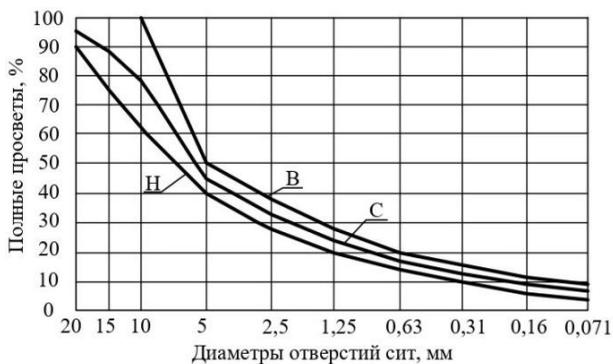


Рис. Б.2. Плотные смеси типа А

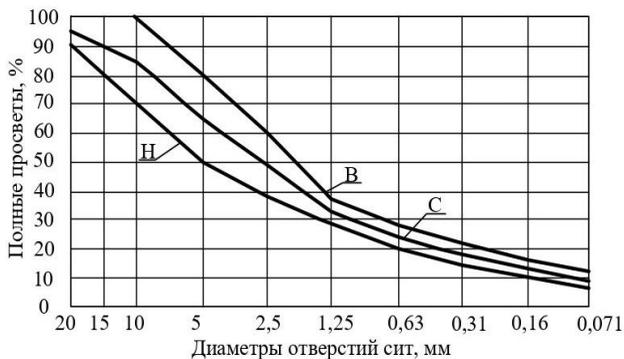


Рис. Б.3. Плотные смеси типа Б

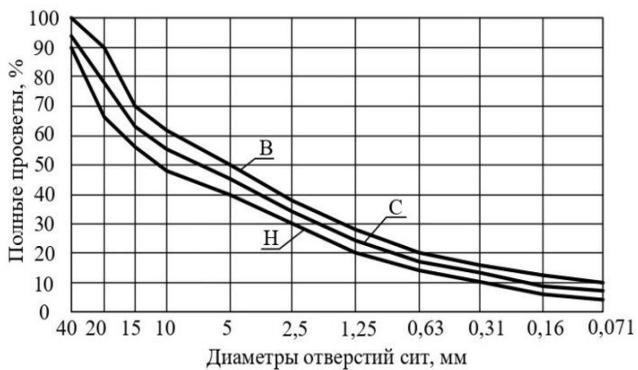


Рис. Б.4. Плотные смеси типа А

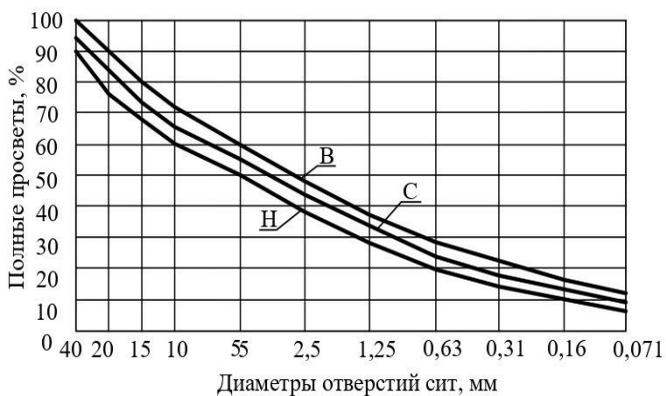


Рис. Б.5. Плотные смеси типа Б

Б.2. Ориентировочное содержание битума в смесях

Вид смеси		Содержание битума, % по массе	
Горячие	Высокоплотные		4,0...6,0
	Плотные типов:	А	4,5 – 6,0
		Б	5,0 – 6,5
		В	6,0 – 7,0
		Г и Д	6,0 – 9,0
	Пористые		3,5...5,5
	Высокопористые щебеночные		2,5...4,5
	Высокопористые песчаные		4,0...6,0
Холодные	Типов:	Бх	3,5 – 5,5
		Вх	4,0 – 6,0
		Гх и Дх	4,5 – 6,5
	Высокопористые щебеночные		2,5...4,0

ПРИЛОЖЕНИЕ В

В.1. Нормативные запасы материалов

Материалы	Сроки хранения, сутки		Нормы хранения на 1 м ²	
	прирельсовый АБЗ	притрассовый АБЗ	прирельсовый АБЗ	притрассовый АБЗ
Щебень	15	10	5...9 м ³	2,0...2,5 м ³
Песок	15	5	5...9 м ³	2,0...2,5 м ³
Мин. порошок	15	12	10...20 т	7...8 т
Битум	30	10	4 т	2 т

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Г.1. Сортамент труб стальных водогазопроводных

№	Условный проход	Наружный диаметр	Толщина стенок труб			Тип склада
			легких	обыкновенных	усиленных	
0	15	21,3	2,5	2,8	3,2	Притрассовый АБЗ
1	20	26,8	2,5	2,8	3,2	Прирельсовый АБЗ
2	25	33,5	2,8	3,2	4,0	Притрассовый АБЗ
3	32	42,3	2,8	3,2	4,0	Прирельсовый АБЗ
4	40	48,0	3,0	3,5	4,0	Притрассовый АБЗ
5	40	48,0	3,0	3,5	4,0	Прирельсовый АБЗ
6	50	60,0	3,0	3,5	4,5	Прирельсовый АБЗ
7	50	60,0	3,0	3,5	4,5	Притрассовый АБЗ
8	65	75,5	3,2	4,0	4,5	Притрассовый АБЗ
9	65	75,5	3,2	4,0	4,5	Прирельсовый АБЗ
10	80	88,5	3,5	4,0	4,5	Прирельсовый АБЗ
11	80	88,5	3,5	4,0	4,5	Притрассовый АБЗ
12	90	101,3	3,5	4,0	4,5	Притрассовый АБЗ
13	90	101,3	3,5	4,0	4,5	Прирельсовый АБЗ
14	100	114,0	4,0	4,5	5,0	Прирельсовый АБЗ
15	100	114,0	4,0	4,5	5,0	Притрассовый АБЗ

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Д.1. Исходные данные

№ варианта	Битумоплавильная установка	Битумный насос	Влажность битума, %
0	Д-335-1	Д-725	5
1	Д-506	Д-171А	5
2	Д-649	Д-725	3
3	Д-649	Д-379	4
4	Д-335-1	Д-171А	5
5	Д-506	НШ-200	5
6	Д-506	Д-379	4
7	Д-649	Д-171А	5
8	Д-335-1	Д-725	3
9	Д-506	Д-379	5
10	Д-506	НШ-200	3
11	Д-649	Д-725	4
12	Д-335-1	Д-725	5
13	Д-506	Д-171А	4
14	Д-649	Д-379	5
15	Д-506	НШ-200	4

Д.2. Технические характеристики битумных насосов

Марка насоса	Производительность, л/мин	Диаметр патрубки, мм		Высота всасывания, м	Напор, МПа	Мощность, кВт
		нагревательного	всасывающего			
Д-171А	400	75	90	До 2,5	0,7	6
Д-725	500	75	100	До 1,5	0,6	20
Д-379	900	75	100	До 1,5	0,6	18
НШ-200	1480	75	100	До 1,5	0,9	15

Д.3. Характеристики битумоплавильных установок

Наименование показателей	Д-335-1	Д-506	Д-649
Производительность, т/ч	0,6	3	10
Геометрическая емкость котла, л	6000	16 000...18 500	30 000
Площадь поверхности котла, м ²	15	32	50
Тип битумоплавильни	Периодического действия с жаровыми трубками	Непрерывного действия	Непрерывного действия
Расход топлива, кг/ч	До 30	52	94,7
Установленная мощность электродвигателей, кВт	11,6	17,1	22,7

Д.4. Расход тепла и электроэнергии на обезвоживание и нагрев 1 т битума

Влажность битума, % по весу до	1	2	3	4	5
Расход тепла, ккал	5400	11 000	16 200	21 600	27 000
Расход тепла, кДж	22 600	46 000	68 000	91 000	111 300
Расход электроэнергии, кВт/ч	6,3	12,8	18,9	25,0	31,4

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Е.1. Технические характеристики воздуходувных машин-компрессоров

Показатели	Водокольцевые		Пластинчато-роторные			Поршневые		
	ВК-12	ВК-25	РКВН-6	РВК-6	ВР-7/60	ВНК-0.5М	2ВНК-3М	2ВНП-6
Подача при номинальном давлении, м ³ /мин	12,0	25,0	6,0	6,0	7,8	8,3	60,0	100,0
Номинальное давление всасывания, МПа	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	–	–	–
Максимальное давление нагнетания, МПа	0,2	0,31	0,22	0,25	0,22	0,14	0,14	0,1
Частота вращения, об/мин	1000	750	1500	1500	1500	1500	1500	750
Мощность двигателя, кВт	40	75	18,5	18,5	22	3	5,5	11

Е.2. Исходные данные

№	Высота подъема, м	Сумма длин горизонтальных участков пневмосистемы	Количество поворотов пневмосистемы	Количество кранов пневмосистемы
0	14	129	5	3
1	12	75	3	2
2	15	84	4	3
3	13	111	5	2
4	14	126	3	2
5	15	81	4	4
6	13	93	5	3
7	12	137	6	2
8	12	87	4	4
9	13	97	3	2
10	14	134	4	4
11	13	81	4	4
12	15	96	5	3
13	12	87	3	5
14	13	94	5	3
15	15	112	5	5

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Ж.1. Исходные данные

№ варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Количество одновременно выгружаемых вагонов, шт.	5	4	6	3	4	5	3	6	4	5	6	5	5	3	4	4
Теплосодержание пара, ккал/кг	235,2	237,4	239,5	241,6	243,6	245,5	247,5	249,4	251,2	253,0	239,5	245,5	237,4	247,5	251,2	239,5
Длина трубопровода, м	36	44	29	38	42	35	41	34	46	37	29	35	44	41	46	29
Паровой котел (№ из табл. Ж.2)	2	4	10	7	1	9	5	3	8	6	10	9	4	5	8	10

Ж.2. Технические характеристики паровых котлов

№ п/п	Марка котла	Вид топлива	Производительность, кг/ч	Температура пара не более, °С	Давление пара, не более, МПа	Присоединенная электрическая мощность, кВт
1	Е-0,5-0,9 ЛЖ	Дизель	500	170	0,9	1,77
2	Е-0,5-0,9 М	Мазут	500	170	0,9	1,77
3	Е-0,7-0,9 М	Мазут	700	170	0,9	1,1
4	КП 700 на угле	Уголь	700	110, 115	0,07	0,85
5	КП 900 на угле	Уголь	900	110, 115	0,07	1,35
6	КП 1000 газовый	Газ	1000	115	0,07	2,4
7	КПа 0,63 газовый	Газ	1000	170	0,9	2,7
8	КП 1500 на угле	Уголь	1500	110, 115	0,07	1,35
9	КП 1600 газовый	Газ	1600	115	0,07	2,4
10	КП 1600 на угле	Уголь	1600	110, 115	0,07	1,35

Ж.3. Технические характеристики компрессоров

№ п/п	Наименование	Производительность, л/мин	Давление, бар	Мощность двигателя, кВт
1	Винтовой компрессор BERG BK-55 7	10 400	7	55
2	Винтовой компрессор ЗИФ СВЭ-10,6/0,7 в кожухе	19 600	7	55
3	Винтовой компрессор BERG BK-90 12	12 300	12	90
4	Винтовой компрессор CROSSAIR CA 75-8GA	13 000	8	75
5	Винтовой компрессор DALI DL-14/0/8 GA	14 000	8	75
6	Винтовой компрессор ZAMMER SK90V-8	15 200	8	90
7	Винтовой компрессор BERG BK-90 7	16 200	7	90
8	Винтовой компрессор BERG BK-110 10	17 500	10	110
9	Винтовой компрессор INGRO XLM 110A-8	20 100	8	110
10	Винтовой компрессор CROSSAIR CA 132-8GA	22 000	8	132
11	Винтовой компрессор BERG BK-132 8	24 000	8	132
12	Винтовой компрессор BERG BK-132 7	25 200	7	132
13	Винтовой компрессор CROSSAIR CA 160-8GA	27 000	3	160
14	Винтовой компрессор BERG BK-185 8	30 500	8	185
15	Винтовой компрессор COMPRAG D-200-08	32 400	8	200
16	Винтовой компрессор BERG BK-220 8	34 500	8	220
17	Винтовой компрессор BERG BK-220 7	38 000	7	220

Ж.4. Площадь объектов для освящения

Наименование объекта	№ варианта															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Внутренние помещения, м ²																
Склад ГСМ	35	31	28	36	39	29	34	30	33	27	28	39	30	35	27	29
Пожарный сарай	13	12	9	8	11	10	12	14	9	10	9	11	14	13	10	10
Гардероб и душевая	15	14	10	11	13	16	17	18	12	20	10	13	18	15	20	16
Туалет	8	9	9	12	11	8	13	15	10	14	9	11	15	8	14	8
Ремонтная мастерская материальным складом	86	78	91	88	75	69	77	95	83	94	91	75	95	86	94	69
Контора	215	203	229	243	231	247	208	226	234	211	229	231	226	215	211	247
Передвижной контрольный пункт	26	29	31	30	27	28	33	25	24	34	31	27	25	26	34	28
Лаборатория	76	77	81	95	86	84	87	92	74	98	81	86	92	76	98	84
Наружные площади, м ²																
жд пути	2670	2780	2640	2820	2730	2690	2750	2960	2860	2770	2730	2780	2960	2780	2690	2820
Проходы и проезды	2800	2730	2610	3020	2960	2780	2680	3060	2940	2630	2960	2730	3060	2730	2780	3020
Площадки у смесителя	870	790	930	860	780	840	920	750	830	960	780	790	750	790	840	860
Заводские границы и контуры складов	10 300	10 280	10 170	10 260	10 190	10 230	10 180	10 370	10 240	10 190	10 190	10 280	10 370	10 280	10 230	10 260
Площади для работы с механизмами на открытом воздухе	980	1020	830	1070	950	870	920	1030	880	990	950	1020	1030	1020	870	1070

Ж.5. Технические характеристики дизель генераторов

Наименование	Резервная мощность	Основная мощность	Производитель
GMGen GMC 1400	1400 кВА 1120 кВт	1280 кВА 1024 кВт	Италия
Cummins C1760D5e	1760 кВА 1408 кВт	1600 кВА 1280 кВт	Великобритания
KOHLER-SDMO T 1900	1900 кВА 1520 кВт	1727 кВА 1380 кВт	Франция
GMGen GMM 2100 HV 10.5	2100 кВА 1680 кВт	1909 кВА 1527 кВт	Италия
KOHLER-SDMO T 2500	2500 кВА 2000 кВт	2273 кВА 1818 кВт	Франция
Cummins C2750D5	2750 кВА 2200 кВт	2500 кВА 2000 кВт	Великобритания
GMGen GMC 3000	3000 кВА 2400 кВт	2750 кВА 2200 кВт	Италия
Cummins C3500D5	3500 кВА 2800 кВт	3125 кВА 2500 кВт	США
Cummins C3751D5	3750 кВА 3000 кВт	3350 кВА 2680 кВт	США
KOHLER-SDMO KD 4000-F HV10.5	4000 кВА 3200 кВт	3636 кВА 2909 кВт	Франция

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	4
1.1. Организация производственных предприятий в условиях линейного дорожного строительства	4
1.2. Классификация и размещение производственных предприятий дорожного строительства	7
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ЗАВОДА	9
2.1. Основные положения организации и технологии работ на асфальтобетонных заводах	9
3. РАСЧЕТ СОСТАВОВ АСФАЛЬТОВЫХ СМЕСЕЙ	7
4. ВЫБОР ТИПОВ СКЛАДОВ, РАСЧЕТНЫХ ОБЪЕМОВ И ПЛОЩАДЕЙ	23
5. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ БИТУМОХРАНИЛИЩА	29
6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА БИТУМОПЛАВИЛЬНЫХ УСТАНОВОК	34
7. РАСЧЕТ СКЛАДА И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОДАЧИ МИНЕРАЛЬНОГО ПОРОШКА	38
8. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ НЕОБХОДИМЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НА АСФАЛЬТОБЕТОННОМ ЗАВОДЕ ...	44
8.1. Расчет потребности в паре	44
8.2. Определение потребности в сжатом воздухе	47
8.3. Определение потребности в электроэнергии	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	57
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	58
ПРИЛОЖЕНИЯ	59

Учебное электронное издание

ЖОГОЛЕВА Ольга Александровна
ЗУБКОВ Анатолий Федорович

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БАЗЫ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА

Учебное пособие

Редактирование Е. С. Мордасовой
Графический и мультимедийный дизайнер Н. И. Кужильная
Обложка, тиражирование, упаковка Т. Ю. Зотовой

ISBN 978-5-8265-2964-5



Подписано к использованию 19.11.2025.
Тираж 50 шт. Заказ № 122

Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106/5,
помещение 2, к. 14.
Телефон (4752) 63-81-08.
E-mail: izdatelstvo@tstu.ru