

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ГЕОТЕХНИКИ И ТРАНСПОРТНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам по дисциплине
«Основы проектирования дорожных предприятий»

*для студентов дневной формы обучения
специальности 1-70 03 01-“Автомобильные дороги”*

УДК 625.7/8.(075.8)

В методических указаниях по выполнению лабораторных работ приведены расчеты по определению потребности исходных материалов для приготовления асфальтобетонных смесей, годового фонда рабочего времени, количества смесителей, запасов материалов, площадей складов, необходимых энергоресурсов. Кроме того, рассматривается план завода, разрабатываются технология приготовления асфальтобетонной смеси, вопросы контроля качества выпускаемой продукции, охраны труда и природы на асфальтобетонном заводе (АБЗ).

Издание включает список литературы, необходимый для выполнения лабораторных работ.

Приведены справочные данные для выполнения основных расчетно-графических заданий по курсу.

Составители: Чумичева Н. В., ст. преподаватель
Дедок В. Н., ст. преподаватель

Рецензент: Лешкевич Е. С., директор У КП «Брестдорпроект»

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Лабораторная работа № 1. Расчет годового фонда рабочего времени.....	4
Лабораторная работа № 2. Расчет потребности исходных материалов для приготовления асфальтобетонных смесей	5
Лабораторная работа № 3. Выбор типа смесителей и расчет их количества	10
Лабораторная работа № 4. Склады исходных материалов и внутризаводской транспорт	11
Лабораторная работа № 5. Проектирование складского хозяйства	12
Лабораторная работа № 6. Проектирование прогрессивной технологии приготовления асфальтобетонной смеси.....	16
Лабораторная работа № 7. Тепловой расчёт битумохранилища	23
Лабораторная работа № 8. Расчет потребности необходимых энергоресурсов на АБЗ	25
8.1 Расчет потребности в паре	26
8.2 Расчет потребности в сжатом воздухе.....	27
8.3 Расчет потребности в электроэнергии	28
8.4 Расчет потребности в воде	31
Лабораторная работа № 9. Разработка генерального плана завода с подробным описанием его работы	33
Лабораторная работа №10. Контроль качества приготовления асфальтобетонных смесей на заводе	37
8.1 Контроль поступающих на завод материалов	37
8.2 Контроль за технологическим процессом приготовления смесей	38
8.3 Контроль за качеством готовой смеси	38
Лабораторная работа № 11. Охрана труда, окружающей среды и противопожарная защита	39
ЛИТЕРАТУРА	44
ПРИЛОЖЕНИЯ	45
Приложение А. Исходные данные для проектирования	45
Приложение Б. Приготовление асфальтобетонных смесей из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	47
Приложение В. Асфальтосмесительные установки	63

ВВЕДЕНИЕ

Целью выполнения лабораторных работ является изучение проектирования асфальтобетонного завода. Асфальтобетонный завод (АБЗ) представляет собой комплекс технологического оборудования и складов материалов, предназначенных для приготовления асфальтобетонных смесей, применяемых в дорожном и других видах строительства. В состав АБЗ входят: склады щебня, песка, минерального порошка и битумное хозяйство с оборудованием для разгрузки, складирования и подачи битума; асфальтосмесительные установки, включающие оборудование для сушки и нагрева минеральных материалов, обезвоживания и нагрева битума, оборудования для дозирования и перемешивания всех компонентов асфальтобетонной смеси; оборудование для энерго-, воздухо- и пароснабжения технологических агрегатов АБЗ; лаборатория для контроля качества материалов и процесса приготовления смеси; помещения служебного и бытового назначения.

Для сокращения сроков строительства, повышения его качества и снижения себестоимости необходимым условием является обеспечение полного и эффективного использования всех машин и оборудования, входящего в состав асфальтобетонных заводов. Это особенно важно, поскольку техническое состояние всего комплекта машин непосредственно влияет на качество асфальтобетонных смесей, а следовательно, и на качество и долговечность дорожных покрытий. Производство асфальтобетонных смесей – один из самых энергоемких процессов дорожного строительства, а от технического состояния всего парка машин, входящих в состав АБЗ, зависит расход топливно-энергетических ресурсов.

Только хорошее знание всего парка машин, входящего в состав АБЗ, создает условия для повышения производительности труда, экономии топливно-энергетических ресурсов, высокой культуры производства, снижения себестоимости и повышения качества дорожного строительства.

Асфальтобетонные заводы делятся на притрассовые и прирельсовые. Прирельсовые заводы оснащаются стационарным оборудованием. Для наивысшего качества АБЗ оборудование должно быть исправным и, по возможности, на заводе участие человека должно быть минимальным.

Лабораторная работа № 1 РАСЧЕТ ГОДОВОГО ФОНДА РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ

За расчетный период принимается годичный срок работы АБЗ при температуре +5 °С весной и до +5 °С осенью.

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

Количество рабочих дней по каждому отдельному месяцу определяется по формуле:

$$D_p = D_k - (D + D_2 + D_n + D_{рем}), \quad (1.1)$$

где D_p – число рабочих дней в месяце;
 D_k – число календарных дней в месяце;
 D – количество дождливых дней с учётом праздничных и выходных дней за этот период, определяется по формуле:

$$D = D_1 \left(1 - \frac{D_2}{D_k}\right), \quad (1.2)$$

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

D_2 – количество выходных и праздничных дней в месяце;

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

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

$$D_{рем} = \frac{(D_k - D_n) \cdot K_{см} \cdot T_{см} \cdot P_ч}{1 + K_{см} \cdot T_{см} \cdot P_{см}}, \quad (1.3)$$

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

$K_{см}$ – коэффициент сменности, принимается равным: для I и IV квартала $K_{см} = 1,0$; для II и III квартала $K_{см} = 2,0$;

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

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

Количество рабочих смен в месяце определяется:

$$D_{рс} = D_p \cdot K_{см}, \quad (1.4)$$

Результаты расчёта сводим в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Расчёт годового фонда рабочего времени

Месяц	D_k	D_n	D_1	D_2	D	D_n	$K_{см}$	$D_{рем}$	D_p	$D_{рс}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Σ										

Лабораторная работа № 2 **РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ**

Исходными данными для проектирования являются годовая потребность в асфальтобетонной смеси, наименование смеси, тип смеси, классификация смеси по плотности, область строительства АБЗ и место расположения завода, а также период работы АБЗ.

Смеси и асфальтобетоны, в зависимости от содержания в них крупного и мелкого заполнителей, подразделяют на типы и марки в соответствии с таблицей 2.1.

Исходные данные для выполнения лабораторных работ приведены в приложении А.

По величине годовой потребности дорожно-строительной организации в асфальтобетонной смеси устанавливают необходимое количество крупно- и мелкозернистой смесей. Потребное количество исходных материалов (щебня, песка, минерального порошка и битума), необходимых для приготовления заданного количества асфальтобетонных смесей, рассчитывают по РСН 8.03.127-2007 (приложение Б). Расчет ведется в табличной форме (смотри таблицу 2.2).

Асфальтобетонная смесь (смесь): Рационально подобранная смесь минеральных материалов с органическим вяжущим, взятых в определенных соотношениях и перемешанных в нагретом состоянии.

Асфальтобетон: Уплотненная асфальтобетонная смесь в слое дорожной конструкции.

В зависимости от наибольшего размера зерен минеральных материалов смеси и асфальтобетоны подразделяются на:

- крупнозернистые — с зернами размером, мм до 40;
- мелкозернистые — то же “ 20;
- песчаные — “ “ 5.

В зависимости от вида крупного заполнителя крупнозернистые и мелкозернистые смеси и асфальтобетоны подразделяют на щебеночные и гравийные (в том числе смеси гравия и щебня).

В зависимости от температуры укладки смеси и асфальтобетоны подразделяют на следующие виды:

- горячие — с температурой укладки не ниже 120 °С;
- теплые — то же “ 80 °С.

В зависимости от значения остаточной пористости смеси и асфальтобетоны подразделяют на:

- плотные — с остаточной пористостью, % от 1,0 до 5,0 включ.
- пористые — то же св. 5,0 “ 12,0 “
- высокопористые — “ “ 12,0 “ 18,0 “

Таблица 2.1 – Классификация смесей и асфальтобетонов в зависимости от содержания крупного и мелкого заполнителей

Тип и вид смесей (асфальтобетонов)	Количество крупного заполнителя, % по массе	Вид мелкого заполнителя	Марка смесей (асфальтобетонов)
Плотные			
С _Г	Св. 65 до 80 включ.	Дробленный или отсев; природный	I
А _Г , А _Т	Св. 50 до 65 включ.		I, II
Б _Г , Б _Т	Св. 35 до 50 включ.		I, II, III
В _Г , В _Т	Св. 20 до 35 включ.		II, III
Г _Г , Г _Т	—	Природный — до 30 % включ.; дробленный или отсев	I, II, III
Д _Г , Д _Т	—	Природный — св. 30 %; дробленный или отсев	II, III
Пористые и высокопористые, горячие и теплые			
Крупно- и мелкозернистые	Св. 35 до 70 включ.	Дробленный или отсев; природный	I, II
Песчаные, высокопористые	—		

Условное обозначение смеси и асфальтобетона должно включать следующие обозначения.

Для плотных смесей (асфальтобетонов):

— вид материала — смесь, асфальтобетон;

— первая буква:

для щебеночной(-го) или гравийной(-го) смеси (асфальтобетона) — материал крупного заполнителя: Щ — щебень; Г — гравий;

для песчаной(-го) смеси (асфальтобетона) — обозначения мелкого заполнителя (природный или дробленый песок, отсев): П;

— вторая буква:

для щебеночной(-го) или гравийной(-го) смеси (асфальтобетона) — крупность заполнителя:

К — крупнозернистая(-ый); М — мелкозернистая(-ый);

для песчаной(-го) смеси (асфальтобетона) — тип смеси (асфальтобетона): Г, Д;

— третья буква — для щебеночной(-го) или гравийной (-го) смеси (асфальтобетона) тип смеси (асфальтобетона): С, А, Б, В;

— индекс — вид смеси (асфальтобетона): г — горячая (-ий), т — теплая (-ый);

— максимальная величина крупного заполнителя для щебеночной (-го) или гравийной (-го) смеси (асфальтобетона), в миллиметрах;

— марка смеси (асфальтобетона) — I, II, III;

— показатель сдвигоустойчивости смеси (асфальтобетона): 2,0; 2,2; 2,3; 2,4; 2,5; 2,7; 3,0;

— обозначение настоящего стандарта.

Для пористых смесей (асфальтобетонов):

— вид материала — смесь, асфальтобетон;

— первая буква — материал крупного заполнителя: Щ — щебень; Г — гравий;

— вторая буква — крупность заполнителя: К — крупнозернистая(-ый); М — мелкозернистая(-ый);

— третья буква — тип смеси (асфальтобетона): П — пористая(-ый);

— индексы — вид смеси (асфальтобетона): г — горячая(-ий); т — теплая(-ый);

— максимальная величина крупного заполнителя, в миллиметрах;

— марка смеси (асфальтобетона) — I, II;

— показатель сдвигоустойчивости смеси (асфальтобетона) — для пористой(-го) мелкозернистой(-го) смеси (асфальтобетона) марки I: 2,0; 2,5; 2,7.

— обозначение настоящего стандарта.

Для щебеночных или гравийных высокопористых смесей (асфальтобетонов):

— вид материала — смесь, асфальтобетон;

— первая буква — материал крупного заполнителя: Щ — щебень; Г — гравий;

— вторая буква — крупность заполнителя: К — крупнозернистая(-ый); М — мелкозернистая(-ый);

— третья и четвертая буквы — тип смеси (асфальтобетона): ВП — высокопористая(-ый);

— индексы — вид смеси (асфальтобетона): г — горячая(-ий), т — теплая(-ый);

— максимальная величина крупного заполнителя, в миллиметрах;

— марка смеси (асфальтобетона) — I, II;

— обозначение настоящего стандарта.

Для песчаных высокопористых смесей (асфальтобетонов):

— вид материала — смесь, асфальтобетон;

— первая буква — обозначение мелкого заполнителя (природный или дробленый песок, отсев): П;

— вторая и третья буквы — тип смеси (асфальтобетона): ВП — высокопористая(-ый);

— индексы — вид смеси (асфальтобетона): г — горячая(-ий), т — теплая(-ый);

— марка смеси (асфальтобетона) — I, II;

— обозначение настоящего стандарта.

Примеры условного обозначения:

1 Смесь щебеночная мелкозернистая горячая, типа С, с максимальной крупностью заполнителя 10 мм, марки I, с показателем сдвигоустойчивости 2,2:

Смесь ЩМС₂ 10 — I/2,2 СТБ 1033-2016.

2 Асфальтобетон щебеночный крупнозернистый горячий, типа А, с максимальной крупностью заполнителя 40 мм, марки I, с показателем сдвигоустойчивости 2,7:

Асфальтобетон ЩКА₂ 40 — I/2,7 СТБ 1033-2016.

3 Смесь гравийная мелкозернистая теплая, типа Б, с максимальной крупностью заполнителя 15 мм, марки II, с показателем сдвигоустойчивости 2,3:

Смесь ГМБ_т 15 — II/2,3 СТБ 1033-2016.

4 Асфальтобетон песчаный горячий, типа Д, марки II, с показателем сдвигоустойчивости 2,3:

Асфальтобетон ПД₂ — II/2,3 СТБ 1033-2016.

5 Смесь щебеночная мелкозернистая горячая пористая, с максимальной крупностью заполнителя 20 мм, марки I, с показателем сдвигоустойчивости 2,7:

Смесь ЩМП₂ 20 — I/2,7 СТБ 1033-2016.

Таблица 2.2 – Расчёт потребности исходных материалов для приготовления асфальтобетонных смесей

Основание	Наименование смеси	Единицы измерения	Потребность в исходных материалах								
		Количество	Щебень 20–10 м ³	Щебень 5–10 м ³	Гравий 40–20 м ³	Гравий 20–10 м ³	Гравий 5–10 м ³	Песок, м ³	М.П., т	Битум, т	ПАВ, т
Е 27-67-3	Мелкозернистая типа Б плотная	100 т.	10,152	18,048	-	-	-	31,1	8,54	5,92	0,444
		440	4466,88	7941,12	-	-	-	13684	3757,6	2604,8	195,36
Е 27-67-13	Крупнозернистая гравийная пористая	100 т.	-	-	9,20	15,456	12,144	29,1	2,01	5	0,375
		440	-	-	4048	6800,64	5343,36	12804	884,4	2200	165
Е 27-68-3	Чёрный щебень D _{max} = 20 мм	100 т.	68,6	-	-	-	-	-	-	2,49	0,187
		220	15092	-	-	-	-	-	-	547,8	41,14
Итого		1100	19558,88	7941,12	4048	6800,64	5343,36	26488	4642	5352,6	401,5

По величине годовой потребности дорожно-строительной организации в асфальтобетонной смеси устанавливают необходимое количество крупно- и мелкозернистой смесей. Потребное количество исходных материалов (щебня, песка, минерального порошка и битума) необходимых для приготовления заданного количества асфальтобетонных смесей, рассчитывают по РСН 8.03.127-2007.

При расчёте количества фракционированного щебня учитываются следующие примечания по РСН 8.03.127-2007:

1) для горячих мелкозернистых плотных асфальтобетонных смесей типа А, Б, В, укладываемых в верхних слоях покрытия, количество щебня фракции 5...10 составляет 64 %, а фракции 10...20 – 36 %.

2) для горячих крупнозернистых плотных асфальтобетонных смесей типа А, укладываемых в нижних слоях покрытия и основания, количество щебня фракции 5...10 составляет 10%, фракции 10...20 – 42%, 20...40 – 48%, типа Б фракции 5...10 составляет 18%, фракции 10...20 – 44%, 20...40 – 38%.

3) для горячих крупнозернистых и мелкозернистых пористых асфальтобетонных смесей, укладываемых в нижние слои покрытий и основание, количество щебня фракции 5...10 составляет 33%, фракции 10...20 – 42% и фракции 20..40 – 25%.

Расчёт количества фракционного щебня (гравия)

1) для мелкозернистой плотной смеси типа Б по РСН 8.03.127-2007 норма щебня составляет:

- фр. 5..10 - $28,2 \cdot 0,64 = 18,048 \text{ м}^3/100\text{т}$;
- фр. 10..20 - $28,2 \cdot 0,36 = 10,152 \text{ м}^3/100\text{т}$.

2) для крупнозернистой высокопористой норма гравия составляет:

- фр. 5..10 - $36,8 \cdot 0,33 = 12,144 \text{ м}^3/100\text{т}$;
- фр. 10..20 - $36,8 \cdot 0,42 = 15,456 \text{ м}^3/100\text{т}$;
- фр. 20..40 - $36,8 \cdot 0,25 = 9,20 \text{ м}^3/100\text{т}$.

Лабораторная работа № 3 ВЫБОР ТИПА СМЕСИТЕЛЯ И РАСЧЕТ ИХ КОЛИЧЕСТВА

Назначение и месторасположение завода определяют выбор основного оборудования, уровень механизации и автоматизации, а также капитальность обустройства предприятия. Месторасположение завода указано в исходных данных.

Притрассовые заводы, как правило, оборудуются передвижными смесителями временными сборно-разборными постройками. Передвижные установки выполняют на пневмоколесном шасси в виде отдельных перемещающихся блоков, агрегаты которых предназначены для выполнения определенных технологических операций.

Прирельсовые заводы комплектуются полустационарными и, реже, стационарными смесительными установками. Смесительные установки полустационарного типа предназначаются для оборудования асфальтобетонных заводов на крупных строительных объектах и в городах, которые редко перебазируются.

Широта областей применения асфальтобетонных смесей и множество требований к ним обусловили многообразие смесительного оборудования, выпускаемого промышленностью (приложение В).

Количество смесителей определяется с учетом объема асфальтобетонной смеси, подлежащей выпуску за сезон, продолжительности строительного сезона, когда можно вести асфальтобетонные работы, или сроков окончания работ, установленных вышестоящими организациями.

Объем асфальтобетонной смеси берется из таблицы 2.2, а количество рабочих смен в сезоне – из таблицы 1.1.

Имея годовую суммарную потребность в асфальтобетонной смеси Q каждого типа, расчетную продолжительность строительного сезона в сменах $D_{p.c.}$ и коэффициент использования оборудования ($K_{\text{э}} = 0,85 - 0,90$), можно определить потребность асфальтобетонной смеси в смену по формуле:

$$П_{см} = \frac{Q}{D_{p.c.}} \cdot K_{\text{э}}, m / \text{смену}. \quad (3.1)$$

Разделив потребность в асфальтобетонной смеси в смену на продолжительность смены в часах ($T_{см} = 8,0$ часов) и умножив на коэффициент использования оборудования ($K_{\text{э}} = 0,85$), получим часовую потребность асфальтобетонной смеси:

$$П_{ч} = \frac{П_{см}}{T_{см}} \cdot K_{\text{э}}, m / ч. \quad (3.2)$$

С помощью таблиц приложение В выбираем комплект смесительного оборудования полустационарного или мобильного типа с определенной расчетной технической производительностью, т/ч. Разделив часовую потребность асфальтобетонной смеси $П_{ч}$ на техническую производительность выбранного комплекта смесительного оборудования $П_{т}$, получим количество смесительных установок:

$$n = \frac{П_{ч}}{П_{т}}, шт. \quad (3.3)$$

Выбирая количество смесительных установок, следует иметь в виду, что целесообразно устанавливать два смесителя меньшей производительности, чем один высокопроизводительный. Это обеспечивает непрерывность работы завода при профилактических ремонтах, а также одновременную выдачу разных смесей.

Лабораторная работа № 4 СКЛАДЫ ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ВНУТРИЗАВОДСКОЙ ТРАНСПОРТ

Получение, учет, кратковременное хранение и выдача материалов, полуфабрикатов, оборудования и инвентаря осуществляется на складах.

Склады можно классифицировать по виду продукции (склады щебня, песка, минерального порошка, битума, горюче-смазочных материалов (ГСМ) и др.) и по способу хранения: *открытые площадки* для хранения материалов, не портящихся от метеорологических воздействий (щебень, песок), *навесы* – для хранения продукции, качество которой ухудшается от действия атмосферных осадков (сталь, лес, оборудование), *закрытые склады* – для хранения продукции, физико-механические свойства которой изменяются на открытом воздухе (минеральный порошок, цемент и др.), *специальные склады* – для хранения пожароопасных материалов (ГСМ).

Склады каменных материалов – щебня, гравия, песка, доменного шлака и др. – устраивают различными по конструкции в зависимости от типа завода, его производительности, условий снабжения и способов хранения.

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

Материал в штабели подается различными средствами: транспортерами и погрузчиками. Погрузка материалов из штабелей в транспортные средства производится с помощью экскаваторов и фронтальных погрузчиков.

Склады минерального порошка на АБЗ бывают различной конструкции. Обычно его хранят в силосах, т. к. минеральный порошок легко раздувается ветром и физико-механические свойства его снижаются при увлажнении.

Хранение органических вяжущих на АБЗ производится в битумохранилищах или специально оборудованных емкостях, в которых хранят и предварительно нагревают вяжущее.

Хранилища состоят из емкости-резервуара, приемка, систем подогрева и перекачки вяжущего материала. Емкость их бывает от 100 до 3000 т. Хранилища постоянного типа имеют отдельные секции (емкостью по 500 т и больше) для хранения различных вяжущих материалов. Днище хранилища имеет уклон 1,5–3,0 % в сторону приемка. Вяжущие материалы загружают в транспортные средства из приемка, в котором есть система забора битума.

На АБЗ выполняются следующие транспортные операции: транспортировка щебня, песка, минерального порошка и вяжущего от мест разгрузки к местам временного хранения; подача этих материалов со складов к смесительному отделению. В зависимости от вида материала принимают тот или иной вид транспорта.

Транспортировка щебня и песка на АБЗ производится ленточными транспортерами, бульдозерами и погрузчиками, ковшовыми элеваторами; минерального порошка – ковшовыми элеваторами, винтовыми конвейерами (шнеками), аэрожелобами, ленточными транспортерами; органические вяжущие

материалы транспортируют по трубопроводам с помощью битумных насосов. При транспортировании следует стремиться к сокращению длины перемещения материалов. Производительность внутривозовского транспорта подбирается с учетом бесперебойной работы смесителей.

Лабораторная работа № 5 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Проектирование складского хозяйства завода сводится к определению запасов хранения, площадей складов, обоснованию способов погрузочно-разгрузочных работ.

Решая основной вопрос при проектировании складского хозяйства – установление запасов хранения материалов, необходимо учитывать, что сверхнормативные запасы требуют больших площадей хранения, большего числа обслуживающего персонала и большего расходования средств. Вместе с тем малые запасы материалов могут поставить под угрозу обеспечение строительства заданными темпами. Поэтому организация снабжения должна быть такой, чтобы при запланированных темпах строительства длительность пребывания материалов на складах была минимальной. Различают три вида запаса: минимальный, максимальный и текущий.

Минимальный запас – это такое количество хранимых материалов, которого достаточно для ведения строительства заданными темпами в течение определенного периода. Минимальный запас материалов рассчитывают по формуле:

$$V_1 = n \cdot p \cdot K_{II}, M^3, \quad (5.1)$$

где n – минимальная норма запасов хранения материалов (в днях), принимаемая в зависимости от вида материала и условий доставки его на строительство;

p – суточный расход данного материала на строительстве, устанавливаемый расчетом, т или M^3 ;

$$p = \frac{Q_{\text{материала}}}{D \text{ р.с.}}, M^3. \quad (5.2)$$

K_{II} – коэффициент, учитывающий потери материала при хранении, погрузке или разгрузке, равный 1,01–1,03.

Минимальные нормы запасов материалов, рассчитанных на определенное число дней, приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Минимальные нормы запасов материалов

Наименование материалов и изделий	Норма запаса при перевозке, дни		
	Железнодорожным	Автомобильным на расстояние	
		свыше 50 км	до 50 км
Битумы, деготь, битумные эмульсии, сталь арматурная, химические материалы	25–30	15–20	12
Цемент, минеральный порошок, известь	20–25	10–15	8–12
Щебень, гравий, песок, шлак, сборные железобетонные конструкции	15–20	7–20	5–10

Для упрощения расчетов все данные сводим в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Минимальные нормы запаса материалов

Наименование материалов	Значение параметров			Минимальный запас (V_1)
	ρ	n	K_{II}	
Гравий 20–40, м ³				
Гравий 10–20, м ³				
Гравий 5–10, м ³				
Песок, м ³				
М.П., т.				
Битум, т.				
ПАВ, т.				
Щебень 20–40, м ³				
Щебень 10–20, м ³				
Щебень 5–10, м ³				

Максимальный запас – это предельное количество материалов, которое можно хранить на складах, определяется по формуле:

$$V_2 = V_0 \cdot m \cdot K_{II}, \text{ м}^3, \quad (5.3)$$

где V_0 – общая потребность в данном материале на сезон (устанавливается расчетом, таблица 4.1.);

m – максимальная норма хранения материалов, принимается для привозных каменных материалов 0,3; при собственной заготовке в притрассовых карьерах – 0,5–0,7; для порошкообразных – 0,15–0,25; жидких органических вяжущих – 0,3; горючесмазочных – 0,10; лесоматериалов – 0,20;

K_{II} – коэффициент, учитывающий потери материала при хранении, погрузке или разгрузке, равный 1,01–1,03.

Текущий запас V характеризует количество хранимого в данный момент материала. Очевидно, что

$$V_1 \leq V \leq V_2.$$

Установив минимальные и максимальные запасы хранения материалов, вычисляют требуемые площади складов. Площади складов, как правило, определяют в расчете на максимальный запас хранения материалов.

При хранении щебня, гравия, песка открытым способом полезную площадь складов S_{II} вычисляют по формуле:

$$S_{II} = \frac{V_2 \cdot K}{h}, \text{ м}^2, \quad (5.4)$$

где V_2 – максимальный запас материала, м³;

K – коэффициент, учитывающий устойчивость штабеля, равный 1,2–1,4;

h – высота штабеля ($h = 3–5$ м).

При хранении материалов в закрытых складах или под навесом полезная площадь вычисляется по формуле:

$$S_{II} = \frac{V_2}{n}, \text{ м}^2 \quad (5.5)$$

где V_2 – максимальный запас материала, м³;

n – предельное количество материала, укладываемого на 1 м. кв. полезной площади склада; ориентировочные значения n (в т) при хранении минерального

порошка и цемента навалом составляют 2–3 т, при хранении в силосах – 15–20 т.

Минеральный порошок хранится в силосах. Для хранения минерального порошка, запас которого определен по формуле (5.5) выберем по [5] типовые склады, в которых расположено определенное количество силосов, общей вместимостью (тонн).

Данные сводим в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 – Характеристики складов

Показатели	Вместимость склада, т	
	360	480
Количество силосов, шт	6	4
Вместимость одного силоса, т	60	120
Высота силоса, м	6	4
Диаметр силоса, м	3	3
Установленная мощность оборудования, кВт	52,8	42,8
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	9,3	9,3
Расход тепла на отопление склада при температуре окружающего воздуха – 30 °С, кДЖ/ч	43000	43000

На территории склада устанавливают проезды для транспорта, проходы, противопожарные разрывы и др. Поэтому общая площадь склада превышает его полезную площадь и будет равна:

$$S_0 = a \cdot S_n, \text{ м}^2, \quad (5.6)$$

где a – коэффициент учитывающий дополнительную площадь; он равен: для открытых складов 1,2–1,3, бункерных и силосных 1,3–1,4, универсальных – 1,5–1,7.

Минимальная ширина проездов принимается равной габаритной ширине транспорта, увеличенной на двойную ширину полосы в 1–1,25 м, предназначенную для прохода рабочих.

По вычисленной площади устанавливают размеры складов в плане. Чаще всего склады имеют прямоугольную форму. Ширину склада b назначают в зависимости от условий хранения материалов, радиуса разгрузки кранов, длины ферм пролетных строений и др. Затем вычисляют длину склада.

$$L = \frac{S_0}{b}, \text{ м}. \quad (5.7)$$

Расчёт общей площади приведен в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Площади и размеры складов

Материал	$V_1, \text{ м}^3$	K	$h, \text{ м}$	$S_n, \text{ м}^2$	a	S_0	$b, \text{ м}$	$L, \text{ м}$
Склад гравия 20–40								
Склад гравия 10–20								
Склад гравия 5–10								
Склад песка								
Склад щебня 20–40								
Склад щебня 10–20								
Склад щебня 5–10								

Склад МП								
----------	--	--	--	--	--	--	--	--

Местоположение завода влияет и на тип битумохранилища. На прирельсовых заводах битумохранилища должны быть более мощными, так как они осуществляют приемку, хранение и полную подготовку битума к работе. На прирельсовом АБЗ битумохранилище располагают вдоль железнодорожной линии в непосредственной близости к колее, что обеспечивает удобный слив битума. Желательно, чтобы под разгрузку ставилось одновременно несколько вагонов. Для этого по всему фронту разгрузки устанавливают постоянную пароразводящую систему со штуцерами, которые обеспечат одновременный обогрев всех поданных под разгрузку вагонов. Битумохранилище строят капитального или полустационарного типа. Его вместимость зависит от объема предстоящих работ, но в нем должно быть не менее двух отделений по 500 т каждое. Площадь битумохранилища можно определить по формуле:

$$S_{\sigma} = \frac{V_2 \cdot \alpha \cdot K}{h \cdot \gamma}, \text{ м}^2, \quad (5.8)$$

где V_2 – максимальный запас битума, подлежащий хранению на заводе, т;
 α – коэффициент запаса площади ($\alpha = 1,25$);
 K – коэффициент потерь органических вяжущих материалов, ($K = 1,013$);
 h – глубина вяжущего в хранилище ($h = 1,5-4$ м);
 γ – плотность битума ($\gamma = 0,95-1,05$ т/м³).

Битумохранилище целесообразно строить секционного типа, например, состоящим из трех-четырех самостоятельных секций. Это позволяет одновременно хранить несколько видов или марок битума, обеспечивает независимую работу хранилища по приему и выдаче битума, а также создает возможность изолированного ремонта каждой секции битумохранилища. Так для битумохранилища емкостью 2000 т с четырьмя секциями при средней толщине слоя битума в хранилище $h = 2,0$ м площадь каждой секции определим по формуле:

$$S_c = \frac{V_c}{h}, \text{ м}^2. \quad (5.9)$$

Тогда получим:

$$S_c = 500 / 2 = 250 \text{ м}^2.$$

Минимальную длину секции хранилища принимают исходя из условий обеспечения разгрузки железнодорожных цистерн, сведения о которых приведены [5] (таблица 21).

Следовательно, длина L_c секции хранилища должна быть не менее 12 м. Ширину секции определим по формуле:

$$B_c = \frac{S_c}{L_c}, \text{ м} \quad (5.10)$$

В этом случае:

$$B_c = \frac{250}{12} = 20,8 \text{ м}.$$

Исходя из значения строительного модуля, равного 3, принимаем ширину битумохранилища $B_c = 21$ м. Тогда длина секции битумохранилища:

$$L_c = \frac{S_c}{B_c} = \frac{250}{21} = 11,9 \text{ м.}$$

В соответствии со строительным модулем принимаем длину секции $L_c = 12$ м. Общая длина битумохранилища в этом случае:

$$L_б = 4 \cdot 12 = 48 \text{ м.}$$

На притрассовых заводах битумохранилища не строят, а заменяют их расходными цистернами различной вместимости, оборудованными системами подогрева. Битум на такой завод доставляют битумовозами с прирельсовых битумных баз.

Лабораторная работа № 6 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРЕССИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ

Важнейшим и завершающим процессом на АБЗ является приготовления асфальтобетонной смеси. Технологический процесс приготовления смеси должен обеспечить получение смеси постоянного состава и высокого качества.

Основными условиями получения качественной смеси являются:

- использование для приготовления асфальтобетонной смеси исходных материалов стабильного качества и состава;
- предварительное дозирование песка и щебня до поступления в сушильный барабан;
- тщательная рассортировка песка и щебня после сушильного барабана строго по фракциям, исключая наличие одной фракции в другой;
- точное дозирование каждой фракции минеральных составляющих смеси – щебня, песка, минерального порошка, циклонной пыли;
- точное дозирование битума и добавок поверхностно-активных веществ;
- обеспечение заданного температурного режима исходных компонентов и асфальтобетонной смеси;
- интенсивное перемешивание, обеспечивающее получение однородной смеси;
- автоматизация технологического процесса приготовления асфальтобетонных смесей.

Технологический процесс приготовления асфальтобетонных смесей на АБЗ включает следующие операции:

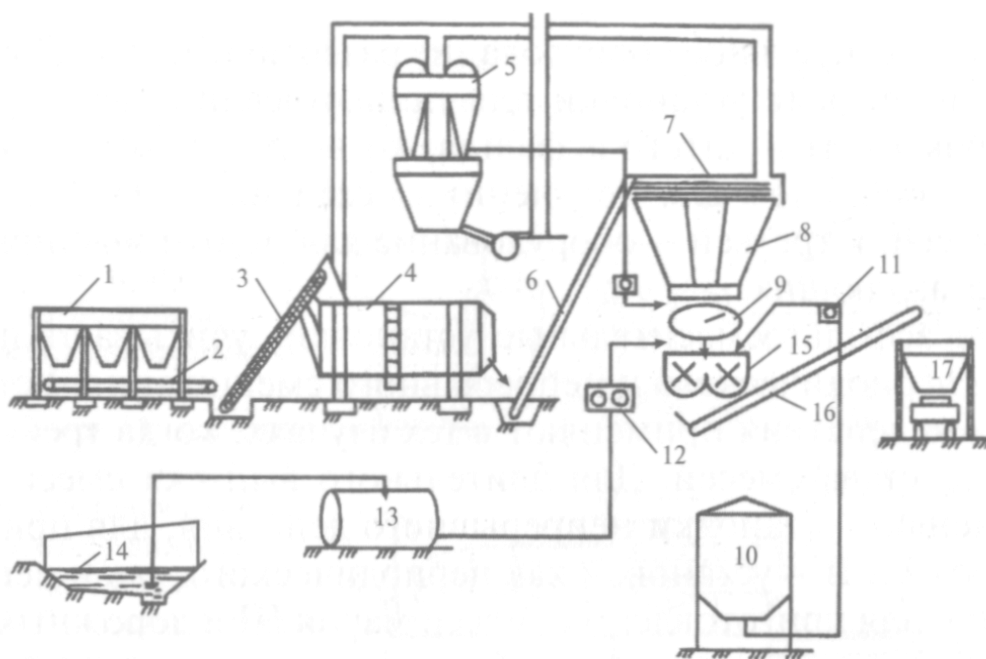
- выгрузка из транспортных средств и хранение исходных материалов на складах;
- внутризаводская транспортировка материалов;
- обезвоживание и нагрев органических вяжущих материалов до расчетной температуры;
- высушивание и нагрев щебня, песка, минерального порошка (для горячих и теплых смесей);
- разделение просушенного и нагретого песка и щебня по размерам;
- дозирование и перемешивание отдозированных материалов с горячим битумом;
- выгрузка готовой смеси в автомобили-самосвалы или накопительные бункера.

В состав АБЗ входят следующие цеха:

- транспортно-складской для доставки, разгрузки, хранения и выдачи щебня, песка, минерального порошка;
- битумный – для разгрузки, хранения, нагрева и обезвоживания битума;
- асфальтосмесительный – для высушивания и нагрева щебня, песка и смешивания компонентов, временного хранения и выдачи готовой асфальтобетонной смеси;
- энергетический (на заводах большой мощности) и ремонтно-механические мастерские – для снабжения потребителей электроэнергией и ремонта оборудования.

Исходные материалы для приготовления асфальтобетонных смесей поступают на завод железнодорожным и автомобильным транспортом, разгружаются с использованием специальных механизмов и разгрузочных устройств и направляются в соответствующие секции складов и хранилищ. Все операции по разгрузке и складированию материалов полностью механизированы.

Принципиальная схема технологического процесса приготовления асфальтобетонных смесей приведена на рисунке 6.1.



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

Рисунок 6.1 – Технологическая схема приготовления асфальтобетонной смеси

Схема подачи исходных материалов к смесительной установке приведена на рисунке 6.2.

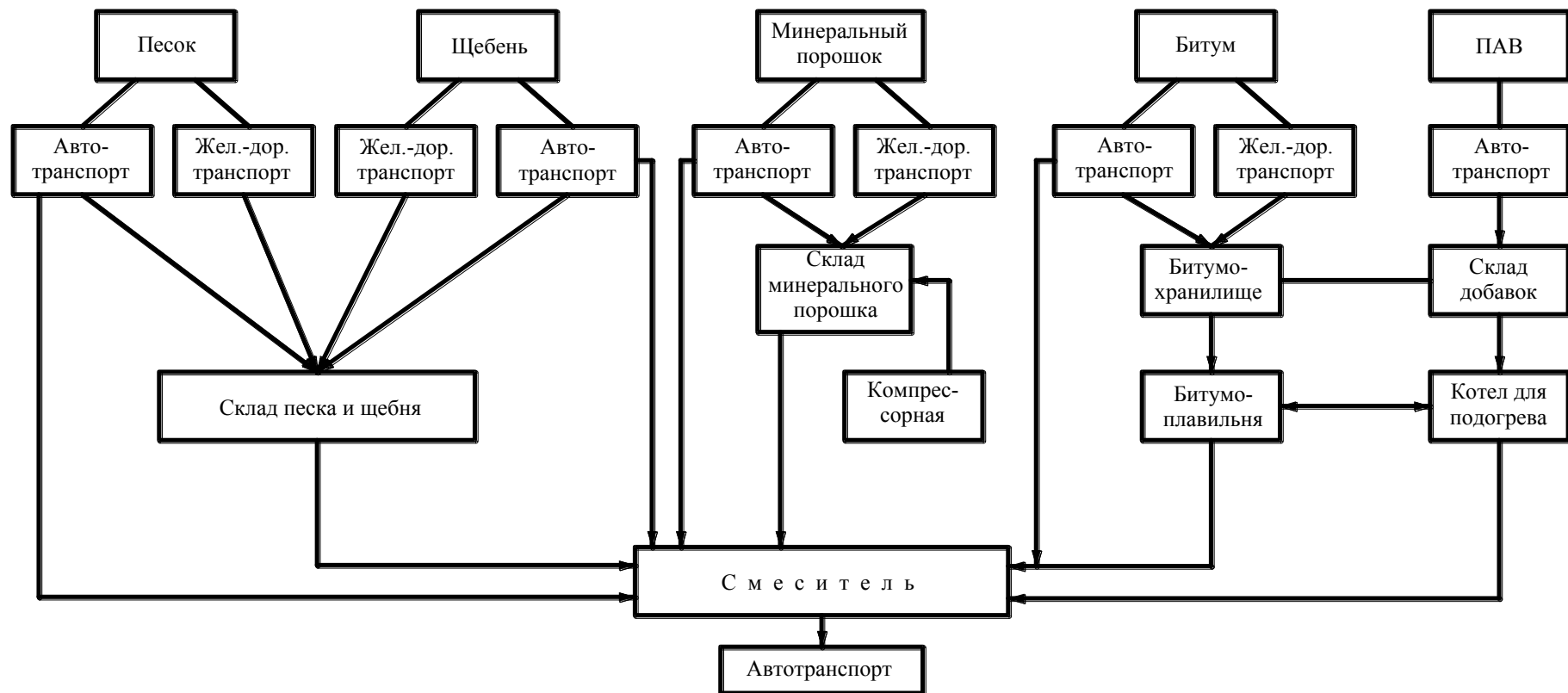


Рисунок 6.2 – Схема подачи исходных материалов к смесительной установке

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

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

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

Смесительный агрегат включает горячий ковшовый элеватор, плоский вибрационный грохот, на котором осуществляется сортировка высушенных и нагретых каменных материалов по фракциям и подача в “горячие” бункера с отсеками, весовой бункер дозирочного отделения и смеситель.

Температура битума, поступающего в смеситель, щебня, песка, отсеков дробления при выходе из сушильного барабана и асфальтобетонной смеси при выпуске из смесителя в зависимости от марки применяемого битума должна соответствовать указанной в таблице 6.1. Минеральный порошок для приготовления асфальтобетонных смесей допускается вводить в смеситель без подогрева.

Таблица 6.1

Вид смеси	Вид вяжущего и его пенетрация при 25 °С, мм ⁻¹	Температура, °С		
		битума, поступающего в смеситель	щебня (гравия), песка, отсеков дробления при выходе из сушильного барабана	смеси при выпуске из смесителя
7	Вязкий битум 60/90	140–160	165–185	140–160
	Вязкий битум 90/130	140–160	165–185	120–140
	Битум модифицированный 50/70, 70/100, 100/130	160–180	190–210	170–180
Теплая	Вязкий битум 130/200	120–140	155–175	120–140
	Жидкий битум 130/200	90–115	125–150	80–100
Холодная	Жидкий битум 70/130	80–100	115–125	80–100
<i>Примечание</i> – Температура щебеночно-мастичных смесей при выпуске из смесителя – 160 °С – 180 °С				

При применении активированных минеральных порошков или адгезионных присадок температура битума, щебня, гравия, песка, отсева дробления и готовой асфальтобетонной смеси может быть снижена по сравнению с указанной в таблице 13:

- на 20 °С при применении битумов марок БНД 60/90, БНД 90/130, БН 60/90, БН 90/130 (по ГОСТ 22245); 50/70, 70-100 (по СТБ EN 12591) ;
- на 10 °С при применении битумов марок БНД 130/200, БНД 200/300, БН 130/200, БН 200/300 (по ГОСТ 22245); 100/150, 160/220 (по СТБ EN 12591).

Минеральный порошок из силосной емкости подается в бункер дозатора минерального порошка и, после дозирования соответствующей порции с помощью шнека, в смеситель. Силосная емкость загружается пневмотранспортом из цементовозов.

Из битумохранилища подогретый до температуры 90° битум подается насосной установкой по обогреваемому битумопроводу в битумонагревательную установку, где обезвоживается и нагревается до рабочей температуры 140–160 °С, затем в цистерны с электронагревом и в дозирующее устройство, из которого строго отдозированная порция битума подается в смеситель.

В современных асфальтобетонных установках дозаторы минерального порошка, пыли уноса, битума, устраивают отдельными. Точно отдозированные компоненты смеси поступают в лопастной смеситель периодического или непрерывного типа принудительного действия, где тщательно перемешиваются.

Из смесителя готовую смесь выгружают в автомобили-самосвалы или в накопительный бункер, куда смесь подают скиповым подъемником или другими видами транспортирующих устройств.

Таблица 6.2 – Температура смесей при выпуске из смесителя и в асфальтоукладчике

Виды смесей	Марки битумов	Температура, °С	
		смеси при выпуске из смесителя	смеси в асфальтоукладчике
1	2	3	4
Горячие щебеночные, гравийные и песчаные	БНД 60/90 БНД 90/130 БН 60/90 БН 90/130 БД 60/90 БД 90/130	140—160	Не ниже 120
	БМА 70/100 БМА 100/130	160—180	Не ниже 150
Щебеночно-мастичные	БНД 60/90 БНД 90/130 БД 60/90 БД 90/130	160—180	Не ниже 150
Теплые	БНД 130/200 БНД 200/300 БН 130/200 БН 200/300 БД 90/130 БД 130/200	120—140	Не ниже 100
	СГ 130/200	90—115	Не ниже 70
	МГ 130/200 МГО 130/200	100—120	Не ниже 70
Холодные	СГ 70/130 МГ 70/130 МГО 70/130	80—100	Не ниже 5

При проектировании технологии приготовления асфальтобетонной смеси необходимо обратить особое внимание на возможность применения мероприятий по повышению качества смесей за счет интенсификации процессов перемешивания, способа введения вяжущего, применения поверхностно-активных веществ. В лабораторных работах следует уделить внимание способам повышения качества исходных материалов, активации минерального порошка, улучшению свойств песка – трибоактивации.

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

В качестве активатора используют известь-пушонку.

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

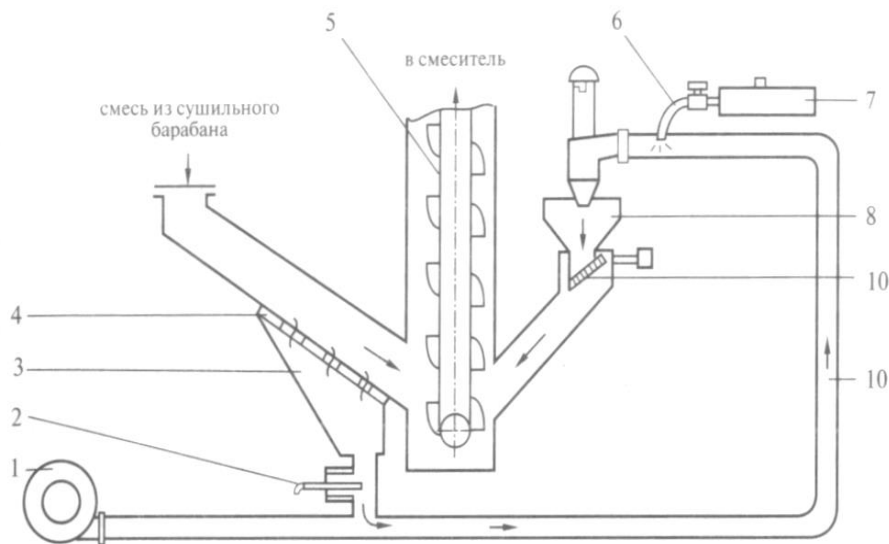
В Белорусском национальном техническом университете (БНТУ) разработана новая технология активации песка, получившая название «трибоактивация» (Я. Н. Ковалев, С. Е. Кравченко).

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

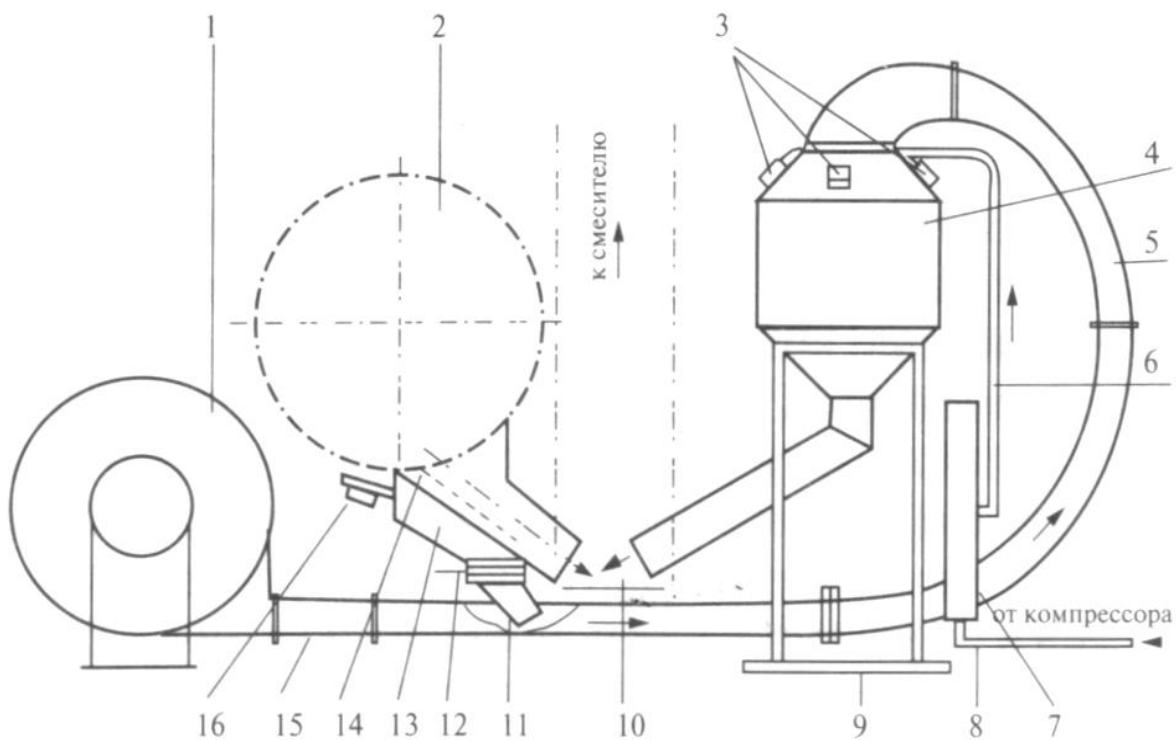
Трибоактивация песков осуществляется в специальной установке, позволяющей последовательно продувать песок через трубу-активатор (электризация поверхности) и обрабатывать его дисперсно-распыленным поверхностно-активным веществом в виде аэрозоли.

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

Технологическая линия работает следующим образом: горячая минеральная смесь из сушильного барабана проходит над вибрирующей металлической сеткой 4 и разделяется на крупные, не прошедшие через отверстие сетки, и мелкие песчаные фракции. Крупные частицы сразу попадают в горячий элеватор, а мелкие, расход которых регулируется задвижкой-регулятором 2, поступают в трубопровод-активатор 10, где подхватываются закрученным воздушным потоком, создаваемым вентилятором 1. При движении песково-воздушной смеси по активирующему элементу за счет трения о его стенки поверхность частиц песка трибоэлектризуется и на выходе из него через форсунку 6 обрабатывается ПАВ. Трибоактивированный материал осаждается в циклоне 8, поступает в горячий элеватор 5 и далее – согласно технологической линии приготовления асфальтобетонной смеси.



1 – вентилятор, 2 – шиберная задвижка, 3 – приемный бункер песка, 4 – вибрирующая металлическая сетка, 5 – горячий элеватор, 6 – устройство для подачи ПАВ, 7 – емкость для ПАВ, 8 – циклон, 9 – дроссельная заслонка, 10 – трубопровод-активатор
Рисунок 6.3 – Технологическая линия для получения трибоактивированных песков



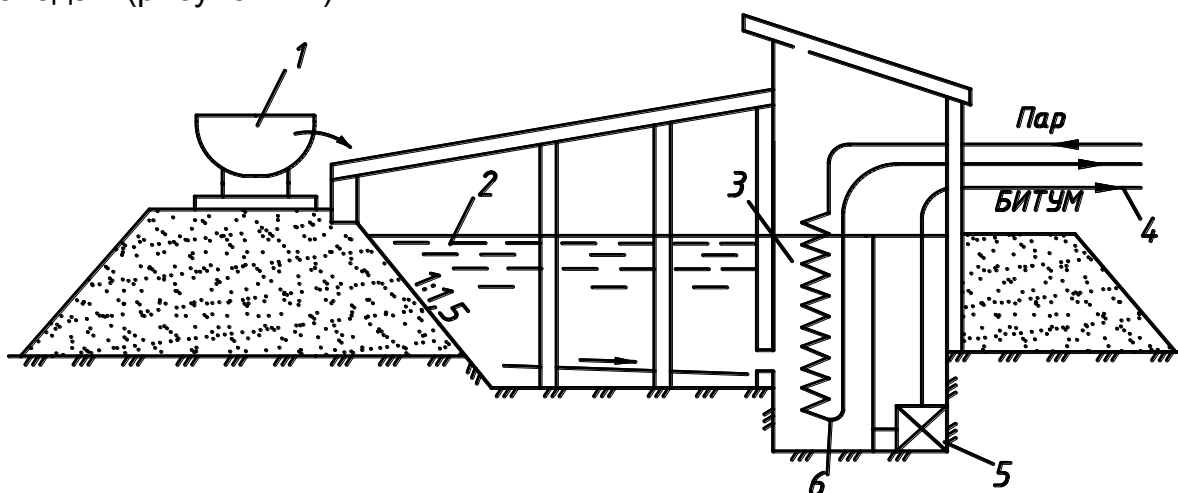
1 – вентилятор высокого давления, 2 – сушильный барабан, 3 – форсунки для ПАВ, 4 – циклон, 5 – трубопровод-активатор, 6 – трубопровод для ПАВ, 7 – бак для ПАВ, 8 – трубопровод для сжатого воздуха, 9 – стойка, 10 – горячий элеватор, 11 – диффузор, 12 – задвижка, 13 – бункер, 14 – сетка, 15 – переходник, 16 – вибратор
Рисунок 6.4 – Опытно-промышленная установка для трибоактивации песков

Применение трибоактивированных песков в асфальтобетоне позволяет значительно повысить эксплуатационные свойства последнего за счет увеличения прочности адгезионной связи органических вяжущих к поверхности минеральных материалов (что особенно важно при применении кремнеземистых промышленных отходов и местного сырья).

Лабораторная работа № 7 ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ БИТУМОХРАНИЛИЩА

Тепловой расчет битумохранилища включает определение требуемого количества тепла и параметров нагревательных приборов. При этом следует установить: количество тепла, полезно расходуемого для нагрева битума; потери тепла при разогреве битума в битумохранилище; поверхность нагрева нагревательных приборов и необходимую длину труб; расход пара или электроэнергии и выбор источника тепла.

При двухступенчатой схеме подогрева битума расчет производят по каждой ступени отдельно: сначала определяют расход тепла на разогрев битума в битумохранилище для обеспечения его поступления в приямок, затем расход тепла на разогрев в приямке для возможного перекачивания его по трубопроводам (рисунок 7.1).



1 – железнодорожный бункер; 2 – битум; 3 – приямок; 4 – битумопровод;
5 – битумный насос; 6 – нагреватель приямка

Рисунок 7.1 – Битумохранилище (склад битума)

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

$$Q = Q_1 + Q_2, \quad (7.1)$$

где Q_1 – количество теплоты, затрачиваемое на плавление битума кДж/ч;
 Q_2 – количество теплоты, затрачиваемое на подогрев битума кДж/ч.

Количество теплоты, необходимого для предварительного нагрева (плавления) битума, равно

$$Q_1 = G \cdot C_6 (t_2 - t_1), \quad (7.2)$$

где G – производительность битумохранилища по выдаче битума, кг/ч ($G=3000$ кг/ч);

$$G = \frac{V_6}{D_{p.c.} \cdot T}. \quad (7.3)$$

C_6 – теплоемкость битума, зависящая от его температуры, кДж/кг·°С ($C_6 = 1,47$ кДж/кг·°С);

t_1 и t_2 – начальная и конечная температуры битума, °С ($t_1 = 10$ °С, $t_2 = 60$ °С).

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

$$Q_2 = \mu \cdot G, \quad (7.4)$$

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

Потери тепла при разогреве битума в битумохранилищах происходят: от битума в хранилище через дно и стенки; от зеркала битума в битумохранилище; от нагретого битума в приямке битумохранилища через дно и стенки; от нагрева и испарения воды, находящейся, в битуме.

Потери тепла в окружающую среду

$$Q_3 = a_{\text{дн}} \cdot F_{\text{дн}} (t_2 - t_0) + a_6 \cdot F_6 (t_2 - t_1), \quad (7.5)$$

где $a_{\text{дн}}$ – коэффициент теплоотдачи от битума к дну хранилища, кДж/м²·ч·°С ($a_{\text{дн}} = 1,68$ кДж/м²·ч·°С);

$F_{\text{дн}}$ – площадь днища битумохранилища, м² ($F_{\text{дн}} = 185$ м²);

t_0 – температура днища и стенок битумохранилища, °С ($t_0 = 10$ °С);

a_6 – коэффициент теплоотдачи в вышележащие слои битума, кДж/м²·ч·°С ($a_6 = \lambda/\delta$);

δ – толщина слоя битума, м ($\delta = 2,0$ м); λ – коэффициент теплопроводности, кДж/м²·ч·°С; для битума $\lambda = (0,2\gamma_6 + 0,1\gamma_6^2)(1 + \beta t_2)$;

γ_6 – плотность битума, г/см³ ($\gamma_6 = 1$ г/см³);

β – коэффициент, равный 0,025;

F_6 – площадь поверхности битума, м² ($F_6 = 185$ м²).

Полный расход тепла на предварительный разогрев битума в хранилище

$$Q_{xp} = Q_1 + Q_2 + Q_3. \quad (7.6)$$

Количество тепла, необходимого для разогрева битума в приямке, равно

$$Q_4 = G \cdot C_6 (t_2' - t_2), \quad (7.7)$$

где t_2 и t_2' – начальная и конечная температуры битума, °С ($t_2 = 60$ °С, $t_2' = 90$ °С).

Потери тепла в окружающую среду при нагреве битума в приямке

$$Q_5 = a_{\text{дн}} \cdot F_{\text{дн}} (t_2' - t_0) + a_{cm} \cdot F_{cm} (t_2' - t_0) + a_3 \cdot F_3 (t_2' - t_1), \quad (7.8)$$

где $a_{\text{дн}}$ – коэффициент теплоотдачи от битума к дну ($a = 1,68$ кДж/м²·ч·°С);

$F_{\text{дн}}, F_{cm}$ – площадь дна и стенок, соприкасающихся с грунтом ($F_{\text{дн}} = 10$ м², $F_{cm} = 10$ м²);

F_3 – площадь зеркала, ($F_3 = 10$ м²);

t_0 – температура дна и стенок приямка ($t_0 = 10$ °С);

a_{cm} – коэффициент теплопередачи через стенку приямка ($a_{cm} = 25,6$ кДж/м²·ч·°С);

a_3 – коэффициент теплопередачи от зеркала битума к воздуху, $a_3 = (5/\Sigma)^2 + 0,05$, где $\Sigma = 60$ – вязкость по Энглеру.

Полный расход тепла для разогрева битума в приемке

$$Q_{np} = Q_4 + Q_5. \quad (7.9)$$

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

$$Q = Q_{xp} + Q_{np}. \quad (7.10)$$

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

$$N = Q / q, \quad (7.11)$$

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

Поверхность нагрева паровых труб для нагрева днища битумохранилища

$$F_n = \frac{Q_{xp}}{K \cdot \left(\frac{T_n + T_o}{2} - \frac{t_1 + t_2}{2} \right)}, \quad (7.12)$$

где T_n – температура насыщенного пара при данном давлении (при $p = 0,8$ МПа, т. е. 8 атм, $T_n = 169,6^\circ\text{C}$);

T_o – температура конденсата при $p = 0,2$ МПа, т. е. 2 атм, $T_o = 119,6^\circ\text{C}$;

t_1 и t_2 – начальная и конечная температуры битума, град;

K – коэффициент теплопередачи через стенки стальных труб регистров, который можно принимать равным 168 кДж/м²·ч·°С при $t < 100^\circ\text{C}$ и 252 кДж/м²·ч·°С при $t > 100^\circ\text{C}$.

После определения необходимой поверхности нагрева паровых труб принимают диаметр трубы, определяют поверхность 1 м трубы данного диаметра и общую длину труб.

При этом выбор диаметра и длины труб следует увязывать с обоими габаритными размерами нагревательного элемента и местом его размещения в битумохранилище.

Необходимая длина труб

$$L_{mp} = \frac{F_n}{f}, \quad (7.13)$$

где f – площадь поверхности 1 м трубы ($f = \pi D l$); D – диаметр трубы, м; $l = 1$ м.

$$f = \pi \cdot D \cdot l. \quad (7.14)$$

Сведения о размерах стальных труб приведены в приложении Г.

Лабораторная работа № 8 РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ НЕОБХОДИМЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НА АБЗ

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

8.1 Расчет потребности в паре

Парокотельное хозяйство обеспечивает выполнение следующих операций: подогрев органических вяжущих материалов в железнодорожных бункерах перед выгрузкой битума и в битумохранилищах перед перекачиванием в битумоплавильни, обогрев битумопроводов, распыление жидкого топлива через форсунки, отопление зданий в зимний период, горячее водоснабжение.

Суммарная потребность пара на асфальтобетонном заводе

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5, \quad (8.1)$$

где P_1 – расход пара на слив битума из железнодорожных цистерн;

P_2 – то же, на нагрев вяжущего в битумохранилищах;

P_3 – то же, на обогрев трубопроводов;

P_4 – то же, на распыление топлива в форсунках;

P_5 – то же, на отопление.

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

$$P_1 = Q_1 / q; \quad P_2 = Q_2 / q, \quad (8.2)$$

где Q_1 – потребное количество тепла на подогрев битума через паровые рубашки или змеевики железнодорожных полувагонов и цистерн, сведения о которых приведены в [5] таблицы 21, 22, определяется по формуле

$$Q_1 = \frac{G \cdot C(t_2 - t_1)}{T_p} \eta \cdot n_6, \quad \text{дж/ч}, \quad (8.3)$$

где G – количество одновременно разогреваемого битума в цистерне или полувагоне, кг;

C – удельная теплоемкость битума, при $t = 60\text{--}80$ °С равная 1675 дж/кг·°К;

t_2 – конечная температура нагрева битума (80 °С);

t_1 – начальная температура битума (для Республики Беларусь: зимой -10 °С, летом +10 °С);

η – коэффициент теплопотерь (1,15–1,20);

n_6 – количество одновременно выгружаемых вагонов;

T_p – нормативное время выгрузки (устанавливается Министерством транспорта и коммуникаций и составляет для цистерн 4 часа, для полувагонов – 2 часа);

Q_2 – расход тепла на нагрев вяжущего в битумохранилище и приемке (см. выше);

q – теплосодержание пара, ккал/кг.

Расход пара на обогрев трубопровода определяют из расчета, что потери тепла на 1 м битумопровода диаметром 75–100 мм равны 150 ккал/ч. Тогда суммарные потери тепла за 1 ч при длине трубопровода L_{mp} составляют

$$Q_3 = 150 \cdot L_{mp} \quad \text{ккал/ч},$$

и расход пара (в кг) будет

$$P_3 = Q_3 / q, \quad (8.4)$$

где q – теплосодержание 1 кг пара, ккал/кг.

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

$$P_4 = q' \Sigma \Pi \cdot q_T, \quad (8.5)$$

где q' – удельный расход пара, подаваемого через форсунку на 1 кг израсходованного топлива, кг (при тепловых расчетах сушильных барабанов принимают $q' = 0,6$ кг);

$\Sigma \Pi$ – суммарная производительность асфальтосмесительных установок;

q_T – удельный расход топлива на 1 т приготавливаемой асфальтобетонной смеси, кг (в среднем $q_T = 8$ кг/т).

Расход пара на отопление P_5 зависит от температуры наружного и внутреннего воздуха, количества и объема производственных и бытовых помещений, характера производственного процесса и количества рабочих.

Зная суммарную потребность пара на АБЗ, определяют необходимую поверхность нагрева котла

$$F_K = \frac{P \cdot K_3 \cdot K_{\Pi}}{q_K}, \quad (8.6)$$

где F_K – поверхность нагрева котла, м²; 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 – съем пара с 1 м² площади нагрева, которую определяют по [5] (таблица 78).

По установленному значению F_K выбирают количество котлов.

8.2 Расчет потребности в сжатом воздухе

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

Суммарная потребность в сжатом воздухе на АБЗ

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4, \quad \text{м}^3/\text{мин}, \quad (8.7)$$

где V_1 – расход сжатого воздуха на распыление топлива у форсунок;

V_2 – то же, на пневматический транспорт минерального порошка;

V_3 – то же, на работу пневматических инструментов;

V_4 – то же, на работу автоматических систем управления.

Расход сжатого воздуха на распыление топлива у форсунок

$$V_1 = \frac{1}{60} \sum_1^n n \cdot v_1 \cdot q_{\phi} \cdot K, \quad \text{м}^3/\text{мин}, \quad (8.8)$$

где n – количество форсунок различного типа, работающих на заводе;

v_1 – удельный расход воздуха на распыление топлива форсункой (ориентировочно принимают $v_1 = 0,7-1,0$ м³/кг топлива);

q_{ϕ} – расход топлива форсунками за 1 ч работы, кг сведения приведены в [5], таблица 3;

K – коэффициент одновременности, равный при работе двух форсунок 1,0;

трех – 0,90; четырех – 0,85; пяти – 0,82.

Расход сжатого воздуха на пневматический транспорт минерального порошка определяют по формуле

$$V_2 = \frac{1}{60} \cdot \frac{Q}{3,6 \cdot \gamma \cdot \mu}, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (8.10)$$

где Q – производительность пневмоустановки, т/ч ($Q = 120–150$ т/ч);

γ – плотность воздуха, кг/м³ (для нагнетающих устройств $\gamma = 1,6–2,0$ кг/м³);

μ – массовая концентрация смеси порошка с воздухом, кг/кг, представляющая собой отношение массы транспортируемого материала к массе воздуха и определяемая в зависимости от длины транспортирования:

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

Расход сжатого воздуха на работу пневматических инструментов

$$V_3 = \sum_1^n n_i \cdot v_i \cdot K, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (8.11)$$

где v_M – расход воздуха каждым механизмом, который определяется из технической характеристики данного механизма, м³/мин ($v_M = 2–3,5$ м³/мин);

n_M – количество механизмов того или иного типа;

K – коэффициент одновременности для данного типа механизмов.

n_M	2	3	4	5	6–8	10
K	1,0	0,90	0,85	0,82	0,80	0,70

Расход сжатого воздуха для работы автоматических систем управления V_4 определяют с учетом технических характеристик потребителей.

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

$$V_p = V \cdot K_{пв}, \quad (8.12)$$

где $K_{пв}$ – коэффициент, учитывающий потери воздуха в компрессоре и воздухопроводе, равный 1,4–1,7.

По полученному требуемому расходу сжатого воздуха выбирают тип и количество компрессоров ([5], таблицы 71–73).

8.3 Расчет потребности в электроэнергии

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

Проектирование электроснабжения АБЗ включает: установление необходимой силовой и световой мощности; составление схемы электросети и ее расчет; определение необходимой мощности электростанции или трансформаторной подстанции.

Потребное количество электроэнергии определяется по формуле

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

где K_c – коэффициент, учитывающий потери мощности, равный 1,05–1,10;
 N_c – суммарная мощность силовых установок, кВт;
 N_e – то же, внутреннего освещения, кВт;
 N_n – то же, наружного освещения, кВт;
 $\cos\varphi = 0,75$ – коэффициент мощности.

Мощность силовых установок ΣN_c определяется суммированием произведений количества каждого вида оборудования на его мощность.

Суммарная мощность внутреннего освещения может быть определена способами ватт, светового потока и др. Относительно прост способ ватт. Требуемая мощность N_i , кВт, для данного помещения или цеха с освещаемой площадью S , м², будет равна

$$N_i = \frac{E \cdot S \cdot K_3}{1000 \cdot E_{cp}}, \quad (8.14)$$

где E – средняя нормативная освещенность данной площади S в лк, которая принимается равной: для площадок у смесителя $E = 3$ лк; для проходов и проездов $E = 0,5$ – $1,0$ лк; для складских помещений $E = 1$ – 2 лк; для душевых, умывальных, туалетных $E = 10$ лк; для производственных цехов $E = 20$ лк; для работ с механизмами на открытом воздухе $E = 5$ лк; для заводских границ и контуров складов $E = 0,5$ лк; для железнодорожных путей $E = 2$ лк;

K_3 – коэффициент, учитывающий снижение освещенности из-за загрязнения ламп и осветительной арматуры, равный 1,30;

E_{cp} – средняя удельная горизонтальная освещенность в лк при равномерном расположении светильников по площади, Вт/м², которая принимается по таблице 8.3.

Таблица 8.3 – Значения средней удельной горизонтальной освещенности E_{cp} , Вт/м²

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

В результате расчетов определяют N_i для каждого помещения и путем суммирования получают значение ΣN_e .

Расчет ведется в табличной форме (таблицы 8.4 и 8.5).

Таблица 8.4 – Требуемая мощность для освещения различных помещений, кВт

	Склад ГСМ	Пожарный сарай	Гардероб и душевая	Туалет	Ремонтная мастерская с мат. складом	Контра	Передвижной контрольный пункт	Лаборатория
E								
S								
K_3								
E_{cp}								
N_{Vi}								
N_{Σ}								

Таблица 8.5 – Требуемая мощность для освещения наружных площадей, кВт

	Ж/д пути	Проходы и проезды	Площадки у смесителя	Заводские границы и контуры складов	Площади для работы с механизмами на открытом воздухе
S					
E					
K ₁					
K ₂					
F _i					
F					

Мощность наружного освещения рассчитывают следующим образом. Для освещения территории целесообразно использовать прожекторы, монтируемые на стационарных или передвижных мачтах. Расчет сводится к определению по нормативной освещаемости количества прожекторов и их мощности.

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

$$F = \sum S \cdot E \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (8.15)$$

где S – площадь, подлежащая освещению, м²;

E – средняя нормативная освещенность данной площади S , лк;

K_1 – коэффициент, учитывающий потери света за пределами освещаемой площади, равный 1,15–1,50;

K_2 – коэффициент, учитывающий потери света из-за загрязнения ламп, отражателя, защитного стекла, равный 1,2–1,5.

Необходимое число прожекторов

$$n = \frac{F}{f}, \quad (8.16)$$

где f – световой поток данного типа прожектора в пределах угла рассеивания, лм, принимаемый из технической характеристики ламп накаливания и приведенный в таблице 8.6.

Таблица 8.6 – Технические данные ламп накаливания общего назначения

Мощность, Вт	40	60	100	150	200	300	500	750	1000	1500
Световой поток f , лм, при напряжении 220 В	400	715	1350	2000	2800	4600	8300	13100	18600	29000

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

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

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

Определив общую требуемую мощность по формуле (4.38), вычисляют расчетную мощность, необходимую для выбора силового оборудования, по формуле

$$N_p = \frac{N \cdot K_{\Pi}}{\eta \cdot \cos \varphi}, \text{ кВт}, \quad (8.18)$$

где K_{Π} – 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 $\Pi_{\text{э}}$, во втором – количество понижающих трансформаторных подстанций $\Pi_{\text{мп}}$ ([5], таблица 76):

$$\Pi_{\text{э}} = \frac{N_p}{N_{\text{э}}}; \quad \Pi_{\text{мп}} = \frac{N_p}{N_{\text{мп}}}, \quad (8.19)$$

где $N_{\text{э}}$, $N_{\text{мп}}$ – мощность электростанции и транспортной подстанции, кВт.

Передвижные электростанции вырабатывают ток напряжением 220/380 В, от линий электропередач поступает ток напряжением обычно 400, 1000 и 5000 В. На АБЗ используют ток напряжением 220 и 380 В.

При выборе силового оборудования желательно отдавать предпочтение не мощным установкам, а меньшим по мощности 2–3 установкам, что гарантирует работу завода в случае выхода из строя одной из них и упрощает конфигурацию электросети на территории завода.

После выбора оборудования проектируют электросеть – составляют схему, назначают высоту подвески проводов или способы прокладки кабелей, рассчитывают сечение проводов, решают вопросы электробезопасности.

8.4 Расчет потребности в воде

На АБЗ вода расходуется на различные нужды – хозяйственно-питьевые, бытовые, производственные и противопожарные.

Общий расход вода за смену

$$Q = q_1 + q_2 + q_3 + q_4, \text{ л}, \quad (8.20)$$

где q_1 , q_2 , q_3 , q_4 – соответственно расход воды на хозяйственно-питьевые, бытовые, производственные и противопожарные нужды.

Сменная потребность в воде на хозяйственно-питьевые нужды равна

$$q_1 = p \cdot n \cdot K_H, \quad (8.21)$$

где p – количество работников на заводе ($p = 24$ – 29 человек);

n – норма потребности в воде на хозяйственно-питьевые нужды на одного работника, принимаемая равной 26 л/смену;

K_H – коэффициент неравномерности водопотребления, равный 3.

Расход воды на бытовые нужды определяют по формуле

$$q_2 = m_1 \cdot n_1 + m_2 \cdot n_2, \quad (8.22)$$

где m_1 , m_2 – количество кранов и душевых сеток ($m_1 = 3$ – 4 , $m_2 = 3$);

n_1 – норма воды на один кран, равная 180–200 л/смену;

n_2 – норма воды на одну сетку душа, равная 500 л в смену.

Производственный расход воды может состоять из расхода воды на промывку каменных материалов, поливку территории с целью обеспыливания, приготовление эмульсий, мойку машин и др.

Расход воды на промывку щебня, гравия, песка можно определить по формуле

$$V_1 = v_1 \cdot q_{см}, \quad (8.23)$$

где V_1 – удельный расход воды, л, на промывку 1 м^3 каменного материала, который в зависимости от степени загрязненности материала изменяется от 500 до 1500 л/м^3 ;

$q_{см}$ – производительность установки по промывке каменного материала, $\text{м}^3/\text{смену}$ ($q_{см} = 70\text{--}130 \text{ м}^3/\text{см.}$).

Расход вода на поливку территории завода определяют по формуле

$$V_2 = S \cdot \frac{P}{m}, \quad (8.24)$$

где S – площадь, подлежащая поливке, м^2 ;

P – норма поливки 1 м^2 территории за сутки, равная $1,5\text{--}4 \text{ л/м}^2$;

m – число рабочих смен в сутках.

Расход воды на приготовление эмульсий

$$V_3 = v_3 \cdot q_э, \quad (8.25)$$

где V_3 – расход воды на приготовление 1 т эмульсии, равный в среднем $500\text{--}700 \text{ л/т}$;

$q_э$ – производительность эмульсионной установки, т/смену ($q = 30\text{--}40 \text{ т/см.}$).

Расход воды на мойку автомобилей определяют по формуле

$$V_4 = v_4 \cdot N, \quad (8.26)$$

где v_4 – норма расхода воды на мойку одного автомобиля, принимается в расчетах равной 500 л в сутки;

N – количество автомобилей.

Если на АБЗ приготавливается также раствор или цементобетон, то расход воды определяют по формуле, аналогичной (4.46). При этом удельные расходы вода принимаются равными: на приготовление 1 м^3 известкового раствора – $250\text{--}300 \text{ л}$, цементного – $200\text{--}300$, дорожного цементобетона – $250\text{--}300 \text{ л}$. Следовательно, суммарный расход воды на производственные нужды будет равен

$$q_3 = V_1 + V_2 + V_3 + V_4. \quad (8.27)$$

Расход воды на противопожарные нужды в литрах за смену для дорожных производственных предприятий, с площадью территории менее 100 га определяют, принимая, что на территории предприятия в течение смены не может возникнуть более одного пожара, причем пожар должен быть ликвидирован максимум за 3 часа . При таких допущениях требуемый нормативный расход воды составляет 5 л/с . Следовательно, общий расход воды на тушение пожара

$$q_4 = 3 \cdot 3600 \cdot 5 = 54000 \text{ л.} \quad (8.28)$$

После установления суммарного расхода воды вычисляют расчетный расход по формуле

$$Q_p = \frac{Q \cdot K_1 \cdot K_2}{3600 \cdot T} \text{ л/с,} \quad (8.29)$$

где K_1 – коэффициент неравномерности водопотребления в течение смены, равный 1,1–1,6;

K_2 – коэффициент, учитывающий утечку воды, равный 1,15–1,25;

T – продолжительность смены, ч ($T = 8,0$ ч).

По величине Q_p определяют необходимый диаметр водопроводной сети

$$d = \sqrt{\frac{4Q_p}{\pi \cdot 1000v}}, \text{ м,} \quad (8.30)$$

где v – скорость течения воды в трубах, равная 1–1,5 м/с.

Окончательный выбор диаметра водопроводной сети производится согласно приложению Г.

Источниками водоснабжения могут быть местная водопроводная сеть или скважины подземных вод. Выбор источника и определение качества вода регламентируются ГОСТ 23702 и ГОСТ 2674 на питьевую воду. Все вопросы, связанные с водоснабжением, согласовываются с местными органами государственного санитарного надзора.

Предпочтение следует отдавать снабжению завода водой от действующей сети. При организации снабжения из скважин устраивают временные водозаборы, фильтры для очистки воды, разводящую сеть и водонапорную башню. Водопроводную сеть из стальных труб укладывают в траншеи с учетом глубины промерзания. Минимальный напор вода в наиболее отдаленной точке должен быть не менее 1,5–2 атм. Конфигурация сети обуславливается расположением зданий и сооружений на территории АБЗ.

Если снабжение завода водой из указанных источников организовать нельзя, ее доставляют цистернами или поливомоечными машинами в запасной резервуар завода. На территории завода следует предусматривать пожарный водоем емкостью не меньше 100 м³.

Лабораторная работа № 9 РАЗРАБОТКА ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА ЗАВОДА С ПОДРОБНЫМ ОПИСАНИЕМ ЕГО РАБОТЫ

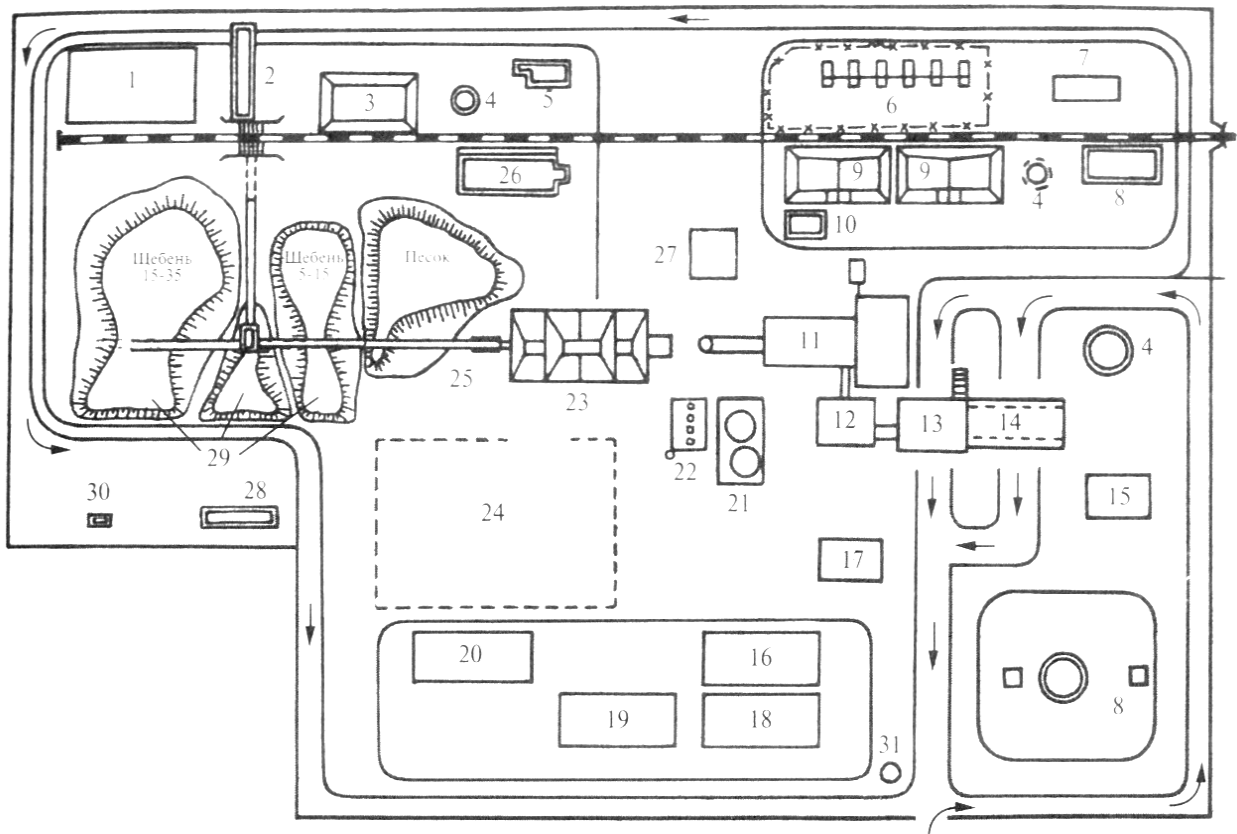
Разработке генерального плана АБЗ предшествует определение размеров всех зданий и сооружений, площадей под склады материалов, стоянки машин и проезды. На стационарных заводах устраивают здания капитального типа, на временных – используют сборно-разборные здания или вагончики.

На генеральном плане указывается расположение смесительно-дозировочного цеха, плавильной, установки, складов минеральных материалов, битумохранилище, лаборатории, конторы, транспортных путей, коммуникаций энергохозяйства и др. Пример генпланов АБЗ показан на рисунках 9.1 и 9.2.

При разработке генеральных планов АБЗ необходимо учитывать ряд рекомендаций.

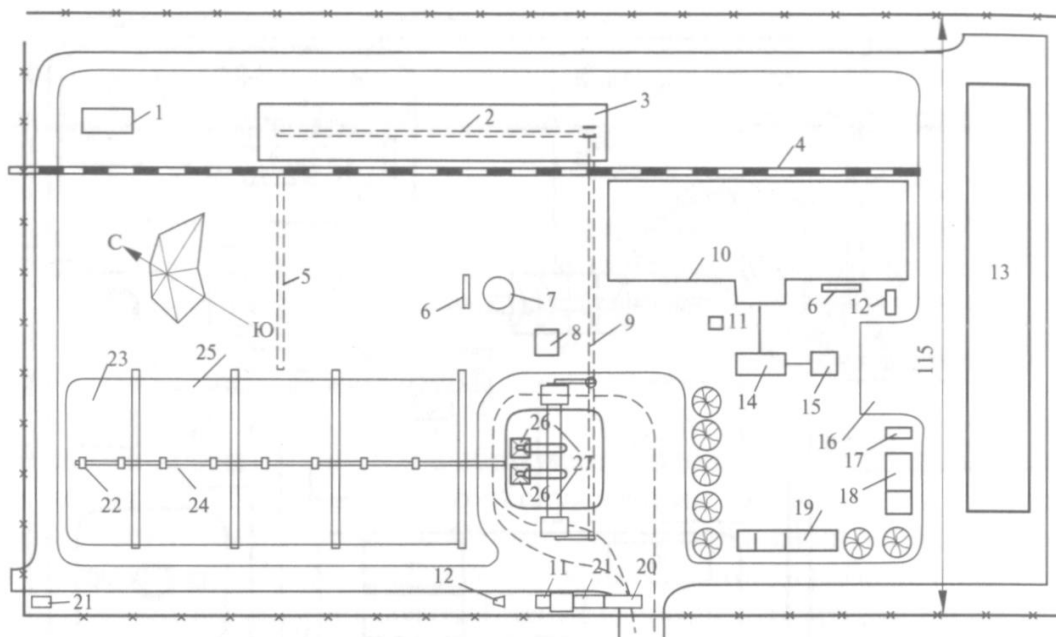
Площадь завода должна быть минимальной и компактной и вместе с тем дающей возможность удобно расположить все необходимое оборудование. Для завода выбирают сравнительно ровную площадку (1,5–2,5 га) с уклоном, обеспечивающим сток поверхностной воды.

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



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

Рисунок 9.1 – Генеральный план АБЗ



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

Рисунок 9.2 – Генеральный план АБЗ с двумя смесителями

На генеральном плане притрассового АБЗ прежде всего располагают смесительные установки, все остальное оборудование размещают в соответствии с принятой технологией.

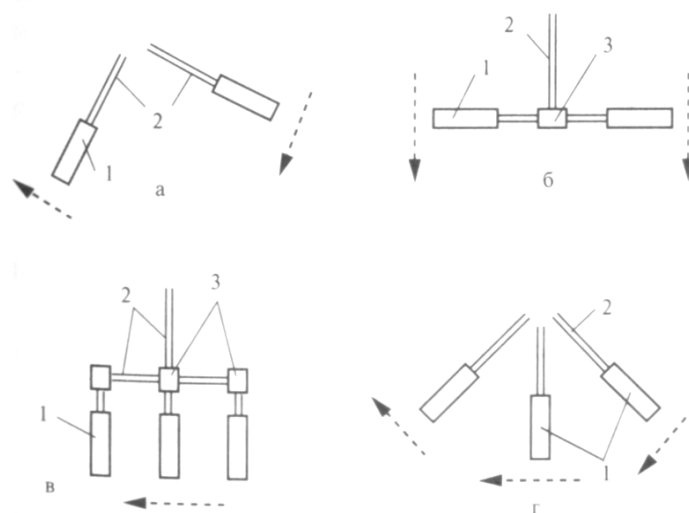
На прирельсовых заводах исходным базисом является железнодорожная линия, вблизи которой размещают битумохранилище, склады песка, щебня и минерального порошка. Смесительное отделение располагают недалеко от складов материалов и битумохранилища. При приготовлении асфальтобетонной смеси потребность в щебне больше, чем в песке, поэтому штабеля щебня должны быть расположены ближе к смесителю.

Склады щебня, песка, минерального порошка следует располагать по возможности ближе к смесительному цеху. Это сокращает стоимость транспортировки грузов любыми средствами. При доставке каменных материалов по железной дороге целесообразно, чтобы разгрузочные площадки находились непосредственно у путей сообщения.

Большое значение имеет проектирование внутризаводских транспортных путей и площадок. Чтобы избежать встречного движения автомобильного транспорта, целесообразно проектировать кольцевое и сквозное движение автомобилей. Ширина проездов предусматривается не менее 5,5 м при двухстороннем и 3,5 м – при одностороннем движении. Радиусы поворотов автомобилей должны быть не менее 15–20 м. Проходы для обслуживающего персонала между штабелями принимают 0,8–1,2 м.

Расстояние от оси железной дороги до складских помещений при колее 1524 мм – 2,1–5,0 м. Приближение автомобильных дорог, измеряемое от края проезжей части до складских помещений, – 1,5–3,0 м. Желательно, чтобы завод имел два въезда (выезда) и один из них был оборудован весами. Перед смесителями устраивают площадку размером не менее 500–600 м² для погрузки, маневрирования и кратковременной стоянки автомобилей. Радиусы поворотов – не менее 15 м. Транспортные пути и площадки должны иметь твердое покрытие.

Принципиальное решение всего генплана АБЗ существенно зависит от размещения (компоновки) смесителей (особенно, если их по расчету несколько). Схема возможного размещения смесителей приведена на рисунке 9.3.



а – раздельная, б – прямолинейная, в – параллельная, г – кольцевая;
 1 – смеситель; 2 – транспортер; 3 – накопительный бункер
 (стрелками указано направление движения автомобилей-самосвалов)
Рисунок 9.3 – Схема размещения смесительных установок

Битумохранилище следует располагать поблизости от железнодорожной колеи, плавильни и смесителей, чтобы упростить процессы выгрузки и погрузки вяжущего. Битумоплавильню располагают непосредственно у смесителей с целью уменьшения потерь тепла при транспортировке вяжущего. Битумные и паровые трубопроводы нецелесообразно заглублять в землю из-за сложности отыскания мест повреждений и ремонта их.

Склады жидкого топлива и масел располагают в районе склада песка или щебня, то есть негорючих материалов (лучше за пределами площадки АБЗ).

Административный блок (контору, лабораторию, столовую-буфет) и санитарно-бытовой (душевые, умывальные, медпункт, туалетные) целесообразнее отделять от промышленного блока (смесителей, складов, плавильни, мастерских), чтобы пыль и газ не проникали на территорию этих блоков.

На стационарных заводах расстояния между зданиями и сооружениями принимают в зависимости от степени их огнестойкости:

Степень огнестойкости	I и II	III	IV и V
Расстояние, м	9–12	9–15	12–18

Всю территорию АБЗ ограждают. На территории завода должны быть зеленые насаждения, цветники.

Генеральный план вычерчивают в масштабе 1:500 (1:250). На план наносят все здания и сооружения с указанием их размеров и расстояний между ними; показывают битумопроводы, разводку электрической сети, проезды, площадки, склада песка, щебня, розу ветров, оборудования и т. д. На АБЗ организуют пост охраны, который обеспечивает контроль вывоза материальных ценностей и прохода людей, электроосвещение рабочих мест, складов и дорог.

Лабораторная работа № 10 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРИГОТОВЛЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ НА ЗАВОДЕ

Для обеспечения выпуска качественной продукции заводская лаборатория осуществляет систематический контроль поступающих на завод материалов, она же контролирует технологический процесс приготовления смесей и готовую продукцию.

10.1 Контроль поступающих на завод материалов

Контроль поступающих на завод материалов проводится в соответствии с требованиями по строительству дорожных асфальтобетонных покрытий.

Из поступающего на завод щебня отбирают один раз в два-три дня пробы, по которым определяют его физико-механические свойства в соответствии с ГОСТ 8267: дробильность в цилиндре и марку по прочности, потери при истирании в полочном барабане, морозостойкость при непосредственном замораживании. Контролируют также зерновой состав и степень загрязнения материалов.

Качество песка контролируют, руководствуясь ГОСТ 8736. Определяют модуль крупности, который должен быть не меньше 2–2,5, и гранулометрический состав (в песке недопустимы органические примеси, а количество глинистых и пылеватых частиц не должно превышать 3 %).

Качество минерального порошка контролируют, руководствуясь ГОСТ 16557. Отбирают одну пробу массой 2–3 кг на каждые 20 т. Если порошок поступает отдельными партиями весом менее 20 т, то пробы отбираются из каждой партии. Для минерального порошка определяют гранулометрический состав, пористость, набухание образцов из смеси минерального порошка с битумом, показатель битумоемкости, влажность.

Органические вяжущие проверяют, руководствуясь требованиями ГОСТ 22245 и ГОСТ 11955.

Для вязких битумов определяют глубину проникания иглы пенетromетра при 25 °С и 0 °С, растяжимость при 25 °С и 0 °С, температуру размягчения по кольцу и шару, температуру хрупкости и вспышки, сцепление с мрамором или песком, изменение температуры размягчения после прогрева, содержание водорастворимых соединений.

Для жидких битумов определяют условную вязкость по вискозиметру с отверстием 5 мм при 60 °С, температуру размягчения остатка после определения количества испарившегося разжижителя, температуру вспышки в открытом тигле, испытание на сцепление с мрамором или песком.

При каждой загрузке котлов и плавильной установки лаборатория определяет глубину проникания иглы, температуру размягчения вязких битумов и условную вязкость жидких битумов.

10.2 Контроль за технологическим процессом приготовления смесей

Контроль за технологическим процессом приготовления смесей на АБЗ заключается в периодических проверках правильности его протекания. Контроль равномерности подачи материалов со складов в сушильный и дозировочный цехи осуществляется автоматическими устройствами.

Периодически контролируется дозирование компонентов смесей. Погрешность дозирования не должна превышать $\pm 3\%$ для минеральных составляющих и $\pm 1,5\%$ для органических вяжущих по массе.

Для получения качественной смеси большое внимание необходимо уделять процессу перемешивания. Контролируют продолжительность перемешивания и однородность смеси.

Систематически контролируют температурный режим компонентами смеси. Режим сушки каменных материалов должен обеспечить их обезвоживание и равномерный нагрев до рабочей температуры. Температура готовой горячей асфальтобетонной смеси при выходе из смесителя должна быть в пределах $140\text{--}160\text{ }^{\circ}\text{C}$. Рабочая температура битума должна быть в пределах $140\text{--}160\text{ }^{\circ}\text{C}$. В последнее время этот контроль осуществляется автоматически. Через каждые 2–3 часа контролируют температуру минеральных материалов, органических вяжущих (в хранилище, приемке и плавильной установке) и асфальтобетонной смеси (в мешалке и при выгрузке в транспортные средства).

10.3 Контроль за качеством готовой смеси

Контроль за качеством готовой смеси производится следующим образом. Из каждого вида смеси отбирают 1-2 пробы в смену массой 2–10 кг в зависимости от размера зерен минерального материала и формируют стандартные образцы по ГОСТ 12801. При контроле качества смесей определяют следующие показатели: среднюю плотность, водонасыщение и набухание, % по объему, пределы прочности при сжатии образцов R_{20} , R_{50} , R_0 , $R_{\text{вод}}$, коэффициент водостойкости, сцепление битума с минеральной частью. Для холодных смесей определяют показатель слеживаемости 2–3 раза в смену. Обязательно также производится определение пористости минерального остова и остаточной пористости асфальтобетона.

Полученные показатели физико-механических свойств асфальтобетона в зависимости от марок смесей и дорожно-климатической зоны должны соответствовать требованиям ГОСТ 9128.

Однородность смеси по цвету, наличие не промешанных комьев, подвижность определяют визуально.

Если в процессе приготовления смесей используются ПАВ, то дополнительно осуществляется контроль в соответствии с требованиями инструкции по их применению.

Качество готовой асфальтобетонной смеси формируется на всех этапах ее приготовления и применения в дорожных покровах. Задача управления качеством на АБЗ – исключить возникновение недопустимых отклонений качественных параметров на каждой технологической операции приготовления асфальтобетонных смесей. Большую роль в эффективности контроля и управления качеством на всех его стадиях (входной, текущий, приемочный) играют ЭВМ. Широкое применение начинают получать статистические методы контроля [12]. Большое значение приобретают экспресс-методы контроля асфальтобетона, проводимые в заводской лаборатории. Методические рекомендации по повышению эффективности работы АБЗ изложены в [16].

Испытания смесей и асфальтобетона с определением остаточной пористости, пористости минерального остова, водонасыщения, набухания, предела прочности при сжатии при температурах 20 и 50 °С, предела прочности при сдвиге при температуре 50 °С, предела прочности при растяжении при температуре 0 °С, однородности, индекса сопротивления пластическим деформациям, индекса трещиностойкости, коэффициента водостойкости при длительном водонасыщении в агрессивной среде после 14 и 28 сут, коэффициента морозостойкости после 50 циклов замораживания-оттаивания, состава минеральной части смеси и содержания вяжущего, сцепления битума с поверхностью минеральной части смеси и стекания вяжущего для щебеночно-мастичных смесей, слёживаемости холодных смесей производят по СТБ 1115.

Остаточную пористость асфальтобетона определяют на основании пикнометрического метода определения истинной плотности асфальтобетона по СТБ 1115.

Однородность асфальтобетонов из смесей марок I и II оценивается по коэффициенту вариации предела прочности при сдвиге при температуре 50 °С, который должен соответствовать значениям, приведенным в таблице 5.1.

Однородность асфальтобетонов из смесей марки III оценивается визуально.

Уплотнение асфальтобетона из щебеночно-мастичной смеси контролируют по показателям остаточной пористости и водонасыщения кернов или вырубок, отобранных из покрытия.

Удельную эффективную активность естественных радионуклидов в минеральных материалах, используемых для приготовления смесей, определяют по ГОСТ 30108 в радиометрических лабораториях центров стандартизации и метрологии.

Лабораторная работа № 11 ОХРАНА ТРУДА, ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА

В ходе работы должны быть разработаны мероприятия по охране труда, окружающей среды и противопожарной защите на АБЗ, чтобы создать условия, гарантирующие полную безопасность работы и устранение вредного воздействия каких-либо факторов на здоровье работающих.

Ответственными исполнителями мероприятий по охране труда на АБЗ являются производители и старшие производители работ, а также мастера отдельных цехов. В пределах порученных им объектов они обязаны:

- проводить вводный (при поступлении на работу) и повторные инструктажи на каждом рабочем месте, а также повседневный контроль, инструктаж и обучение рабочих безопасным приемам работы;

- обеспечивать рабочих спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты и контролировать правильное их использование;

- отвечать за исправное состояние и своевременное исправлять ограждения рабочих мест – лестниц, переходов, контролировать степень освещения рабочих мест, проходов и проездов;

- обеспечивать опасные рабочие места предупредительными надписями, плакатами и инструкциями по безопасным приемам работ, принимать участие в своевременном расследовании несчастных случаев, связанных с производством.

Линейные механики и энергетики на своих участках отвечает за техническое (исправное) состояние машин и оборудования, механизмов подъемных приспособлений, электрооборудования, за контроль исправности силовой и осветительной электропроводки, правильности и надежности заземляющих устройств, электрических машин, оборудования и инструмента, за обеспечение и своевременную установку плакатов, предупредительных надписей по технике безопасности.

Все проходы и переходы, лестницы для подъема и площадки должны быть ограждены перилами высотой 1 м.

Посторонним лицам находиться на рабочих местах в зоне работ машин и оборудования запрещается.

На асфальтобетонных заводах в цехах должны быть аптечки с медикаментами и средствами для оказания первой помощи пострадавшим, газированная или питьевая вода.

На АБЗ должен быть горячий душ, гардероб для повседневной одежды рабочих и спецодежды, которую периодически подвергают дезинфекции и стирке.

Перед пуском асфальтосмесительной установки производят тщательный осмотр топки, форсунок, топливо-паровоздушных или паропроводов. Если все исправно, подают звуковой сигнал "Пуск".

При зажигании форсунки строго придерживаются следующего правила: сначала открывают вентиль подачи пара (или сжатого воздуха), а затем вентиль подачи топлива. Топливо подают вначале слабой струей и уже при горячей форсунке постепенно доводят пламя до требуемой интенсивности. Желательно пользоваться прибором автоматического розжига форсунок.

При ручном управлении регулировать форсунку и разжигать ее можно только стоя сбоку топки, пользуясь факелом на длинной ручке. При прекращении работы вначале закрывают вентиль на топливопроводе и продувают сушильный барабан паром.

Следует помнить, что в начале работы, когда сушильный барабан холодный, имеется опасность выброса горячих газов в сторону топки.

Очистку и ремонт машин производят только с выключенными двигателями, а сушильного барабана – только когда он остыл.

При производстве, транспортировании и работе со смесями должны соблюдаться требования пожарной безопасности согласно СТБ 11.4.01, ППБ 05 и ППБ РБ 1.01.

Охрана окружающей среды. АБЗ являются наиболее активными источниками загрязнения окружающей среды, выбрасывающими атмосферу пыль, окислы серы, углерода, азота, углеводороды и др.

Периодичность контроля за состоянием воздушной среды устанавливается в зависимости от класса опасности вредного вещества:

1 класс – 1 раз в квартал при стабильной регистрации в воздушной среде вредных веществ на протяжении двух последних лет на уровне и ниже ПДК и 1 раз в месяц в случае однократного превышения ПДК в воздухе рабочих мест в предшествующем году;

2 класс – не реже 1 раза в год;

3 и 4 классы – не реже 1 раза в год.

Контроль содержания в воздухе рабочих мест аминов алифатических $C_{17}-C_{20}$, стирола и уксусной кислоты необходимо осуществлять только при производстве смесей с использованием модифицирующих добавок.

Таблица 11.1 – Предельно допустимые концентрации вредных веществ

Наименования веществ	Величины ПДК, мг/м ³	Классы опасности	Вредное воздействие на организм человека
1	2	3	4
Бенз(а)пирен	0,00015	1	Обладают канцерогенными свойствами, способными вызывать заболевания кожи и глаз
Бензол	15/5	2	
Фенол	0,3	2	Оказывают раздражающее действие на кожу и дыхательные пути, обладают общетоксическим действием, способны вызывать заболевания аллергического характера
Амины алифатические С ₁₇ —С ₂₀ технические	1	2	
Стирол	30/10	3	Вызывают сильное раздражение кожи и слизистых оболочек, при длительном воздействии способны всасываться через кожу и оказывать общее токсическое действие, вызывать аллергию
Уксусная кислота	5	3	
Ангидрид сернистый	10	3	Оказывают раздражающее действие на кожу и слизистые, вызывая нарушение тканевого дыхания
Окись углерода	20	4	
Пары углеводородов битума	300	4	

Примечание – В числителе приведена максимальная разовая ПДК, а в знаменателе – среднемесячная ПДК

При приготовлении смесей должны соблюдаться требования по ограничению величины выбросов загрязняющих веществ из асфальтосмесительных установок в окружающую среду и содержанию радионуклидов в исходных материалах для производства смесей.

Нормы предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферу не должны превышать установленных требованиями ГОСТ 17.2.3.02.

Технология приготовления асфальтобетонной смеси такова, что для сушки и нагрева минеральных материалов и битума сжигают жидкое топливо – мазут, соляровое масло. Сушильные барабаны, топки форсунок, обеспыливающих агрегатов полностью не обеспечивают требуемую чистоту отходящих газов. Наиболее эффективным был бы перевод сушки и нагрева материалов на индукционный электрический нагрев, который почти полностью исключает вредные выбросы, а также исключает необходимость иметь котельное хозяйство, создающее значительные выбросы. При таких условиях резко повышаются санитарно-гигиенические условия и культура производства. Эффективным мероприятием по снижению выбросов в атмосферу является газификация АБЗ, т. е. использование битового газа для форсунок. При использовании газа в качестве топлива содержание окиси углерода в отходящих газах снижается в несколько раз.

Эффективным мероприятием по охране окружающей среды является замена двигателей внутреннего сгорания электродвигателями.

Запыленность атмосферы на территории АБЗ происходит не только от аэрозоля, выбрасываемого в атмосферу, но и от погрузочно-разгрузочных операций. Запыленность и загазованность вредно влияют не только на работающих, но и на окружающую среду.

Загрязненный воздух, содержащий высокие концентрации вредных веществ, опасен для здоровья человека и окружающей среды. Воздушные загрязнения, включающие кислоты, наносят вред зданиям и сооружениям. Загрязнение атмосферы вызывает также заметное ухудшение климата.

Нормы допустимого загрязнения атмосферы зависят от производительности установок по воздуху и предельно допустимой концентрации пыли. Для отечественных АБЗ они составляют 30–140 мг/м³[6].

Наибольшее количество пыли уносится с дымовыми газами сушильного барабана. Массовые выбросы пыли составляют 1,01–73,13 г/с для всех смесителей. Массовые выбросы окиси углерода колеблются в пределах 0,25–2,3 г/с, сернистого ангидрида – 2–3 г/с, окислов азота – 0,16–0,225 г/с [6].

В настоящее время нет какого-либо одного способа, позволяющего решить проблему предотвращения загрязнения атмосферы. Однако существует ряд мер, которые в комплексе позволяют решить эту проблему: совершенствование технологии производства продукции, обеспечивающей сокращение выбросов (например, переход на применение гранулированного асфальтовяжущего); оснащение предприятий современным оборудованием и пылеулавливающей аппаратурой по очистке газов, дымовых и вентиляционных выбросов и др.

Кроме мер, устраняющих выделение вредных газов, важной экологической мерой, обеспечивающей оздоровление воздушной среды, снижение шума и формирование благоприятного микроклимата для населения, является сохранение и обновление зеленых насаждений.

Противопожарная защита. Для каждого АБЗ или самостоятельного цеха разрабатывается инструкция по обеспечению пожарной безопасности старшим производителем работ или мастером участка, согласовывается с местными органами пожарной охраны и профсоюзным комитетом, утверждается начальником строительного управления и вывешивается на видных местах. Эта инструкция должна определять меры пожарной безопасности и включать в себя: указания по содержанию территории, в том числе подъездных дорог ко всем зданиям и сооружениям; порядок движения транспортных средств по территории; правила и нормы хранения различных материалов и веществ; систему производства пожароопасных работ; порядок поведения рабочих на территории, а также на местах, где разрешено разводить открытый огонь и курить; правила содержания средств пожаротушения (пожарных щитов с топорами, ломом, лопатами, ведрами, огнетушителями), пожарной связи и сигнализации.

Сигналы пожарной тревоги и телефоны пожарной команды следует вывешивать на видных местах.

Между зданиями и сооружениями должны быть противопожарные разрывы, которые в течение всего года содержат в проезжем состоянии, не допуская даже кратковременного их использования для складирования материалов и оборудования.

Пекарный инвентарь и оборудование должны находиться на видных местах и быть в исправном состоянии. Использование пожарного инвентаря и оборудования для хозяйственных и производственных нужд, не связанных с пожаротушением, запрещается. Водоснабжение для тушения пожара должно осуществляться из водоемов или пожарных гидрантов. Пожарные краны, рукава и стволы следует хранить в закрываемых и опломбированных шкафчиках, дверцы которых должны легко открываться в случае необходимости их использования при возникновении пожара.

Пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения передаются под ответственность мастерам участков или другим ответственным лицам.

Причиной пожара на АБЗ может быть: неисправность нагревательных или отопительных приборов, неисправность оборудования, неосторожное обращение с огнем (особенно в битумном цехе и на складе топлива), искрение, плохое состояние электроустановок и электропроводки, самовозгорание материалов и веществ, разведение огня и курение в недозволенных местах, удары молнии и др.

Для предупреждения пожаров на АБЗ должны быть эффективные противопожарные средства, содержащиеся в постоянной готовности. На АБЗ из рабочих и служащих создают пожарную дружину. Всех работающих на объекте инструктируют о мерах пожарной безопасности своего рабочего места и всего завода.

При возникновении очага пожара каждый работник должен немедленно потушить его подручными средствами или объявить пожарную тревогу и сообщить в местную пожарную охрану. После прибытия пожарной команды работающие поступают в распоряжение руководители тушения пожара и действуют в соответствии с его указаниями.

Пожароопасными на АБЗ являются: битумохранилище, битумоплавильня, склад топлива и различных ПАВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горелышев, Н. В. Технология и организация строительства автомобильных дорог / Н. В. Горелышев [и др.]. – М. : Транспорт, 1992.
2. Иванов, Н. Н. Строительство автомобильных дорог. / Н. Н. Иванов [и др.]. – М. : Транспорт, 1980. – Т. 1.
3. Сиденко В. М. Технология строительства автомобильных дорог / В. М. Сиденко [и др.]. – Киев : Вища школа, 1970. – Ч. III.
4. Дубровин, Е. Н. Проектирование производственных предприятий дорожного строительства / Е. Н. Дубровин [и др.]. – М. : Высш. школа, 1975.
5. Колышев, В. И. Асфальтобетонный и цементобетонные заводы: Справочник / В. И. Колышев [и др.]. – М. : Транспорт, 1982.
6. Соловьев, Б. Н. Асфальтобетонные и цементобетонные заводы: Справочник / Б. Н. Соловьев [и др.]. – М. : Транспорт, 1993.
7. Справочник инженера-дорожника. Строительство автомобильных дорог / Под ред. В. А. Бочина. – М. : Транспорт, 1980.
8. Смеси асфальтобетонные, дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия : СТБ 1033-2016. – Мн. : Госстандарт, 2016.
9. РСН 8.03.127-2007. Сборники ресурсно-сметных норм. Сборник № 27. Автомобильной дороги. – Мн. : Стройиздат.
10. Леонович, И. И. Дорожная климатология / И. И. Леонович. – Мн. : БГПА, 1994.
11. Рекомендации по совершенствованию контроля качества производства асфальтобетонной смеси. – М. : Транспорт, 1986.
12. Рокас, С. Ю. Статистический контроль качества в дорожном строительстве / С. Ю. Рокас. – М. : Транспорт, 1977.
13. Ковалев, Я. Н. Активационно-технологическая механика дорожного асфальтобетона / Я. Н. Ковалев. – Мн. : Высш. школа, 1990.
14. Производственные предприятия дорожной отрасли / Я. Н. Ковалёв [и др.] – Мн. : «Арт Дизайн», 2009. – 256 с.
15. Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения : ГОСТ 17.00.04-90. – М. : Стандарт, 1990.
16. Методические рекомендации по повышению эффективности работы АБЗ и ЦБЗ. – М. : Транспорт, 1985.
17. Справочник строителя. Строительное производство / Под ред. И. А. Онуфриева. – М. : Стройиздат, 1988. – Т. 1, ч. 2.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Таблица А.1 – Исходные данные для проектирования

№ задания	Область строительства АБЗ	Годовая потребность в а/б смеси, т	Характеристики смеси			Место расположения завода
			Наименование смеси	Тип смеси	Классификация смеси по плотности	
1	2	3	4	5	6	7
1	Брестская	35000	м/з	А	Плотная	Прирельсовое
		29800	к/з	Б	Плотная	
		29500	к/з	–	Пористая	
		29200	м/з	–	Высокопористая с песком	
2	Витебская	19000	к/з	А	Плотная	Прирельсовое
		18800	м/з	Б	Пористая с ПГС	
		18600	м/з	Г	Плотная	
		18500	к/з		Пористая	
3	Гомельская	18200	м/з	Д	Плотная	Притрассовое
		18000	к/з	–	Высокопористая	
		17800	к/з	А	Плотная	
		17500	м/з	В	Плотная	
4	Гродненская	17200	м/з	Б	Плотная	Притрассовое
		17000	к/з	Б	Плотная	
		16800	м/з	А	Плотная	
		16500	к/з	–	Пористая с песком	
5	Минская	16300	м/з	А	Плотная	Прирельсовое
		16000	к/з	–	Пористая с ПГС	
		15800	м/з	Д	Плотная	
		15500	к/з	–	Высокопористая	
6	Могилевская	15200	м/з	Г	Плотная	Прирельсовое
		15000	к/з	А	Плотная	
		14800	м/з	Б	Плотная	
		14600	к/з	–	Высокопористая	
7	Брестская	24500	м/з	–	Высокопористая	Прирельсовое
		24200	к/з	Б	Плотная	
		34000	м/з	В	Плотная	
		33800	к/з	А	Плотная	
8	Витебская	13600	м/з	Д	Плотная	Прирельсовое
		13500	к/з	–	Пористая	
		13400	м/з	Б	Плотная	
		13200	к/з	–	Высокопористая	
9	Гомельская	13000	м/з	Г	Плотная	Притрассовое
		12800	к/з	Б	Плотная	
		12600	м/з	А	Плотная	
		12500	к/з	–	Пористая	
10	Гродненская	13300	м/з	Г	Плотная	Притрассовое
		13100	к/з	А	Плотная	
		12900	м/з	Д	Плотная	
		12700	к/з	Б	Плотная	
11	Минская	12400	м/з	В	Плотная	Прирельсовое
		12300	к/з	Б	Плотная	
		12200	м/з	Б	Плотная	
		12000	к/з	А	Плотная	

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7
12	Могилевская	12100 11900 11800 11700	м/з к/з м/з к/з	– А Б –	Пористая Плотная Плотная Пористая	Прирель- совое
13	Брестская	31600 21500 11400 21300	м/з к/з м/з к/з	Д Б – –	Плотная Плотная Пористая Высокопористая	Притрас- совое
14	Витебская	11200 11000 11000 10900	м/з к/з м/з к/з	Б А Г Б	Плотная Плотная Плотная Плотная	Притрас- совое
15	Гомельская	10800 10700 10600 10500	м/з к/з м/з к/з	В Б А –	Плотная Плотная Плотная Пористая	Прирель- совое
16	Гродненская	10400 10300 10200 10100	м/з к/з м/з к/з	– А – Б	Пористая Плотная Высокопористая Плотная	Прирель- совое
17	Минская	10000 9900 9800 9700	м/з к/з м/з к/з	Д – Б –	Плотная Высокопористая Плотная Плотная	Притрас- совое
18	Могилевская	9600 9500 9400 9300	м/з к/з м/з к/з	– Б В А	Высокопористая Плотная Плотная Плотная	Притрас- совое
19	Брестская	9200 9100 9000 8900	м/з к/з м/з к/з	Г А Д Б	Плотная Плотная Плотная Плотная	Прирель- совое
20	Витебская	8800 8700 8600 8500	м/з к/з м/з к/з	– – Д А	Высокопористая Пористая Плотная Плотная	Прирель- совое
21	Гомельская	8400 8300 8200 8100	м/з к/з м/з к/з	В – Б А	Плотная Пористая Плотная Плотная	Притрас- совое
22	Гродненская	8000 7900 7800 7700	м/з к/з м/з к/з	Д Б А –	Плотная Плотная Плотная Пористая	Притрас- совое
23	Минская	7600 7500 7400 7300	м/з к/з к/з м/з	А Б – –	Плотная Плотная Пористая Высокопористая с песком	Прирель- совое
24	Могилевская	7200 7100 7000 6800	м/з к/з м/з к/з	Б Д А	Высокопористая с песком Плотная Плотная Плотная	Прирель- совое

Таблица Б.1 – Приготовление асфальтобетонных смесей из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки

Номер расценки Код ресурса	Наименование работ и элементов затрат	Код зоны	Единица измерения	Норма расхода	Стоимость единицы, руб.	Всего стоимость, руб.	В том числе: транспортные расходы, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
E27-67-1	Приготовление асфальтобетонной смеси типа А плотной мелкозернистой, плотностью каменных материалов 2,5–2,9 т/м³, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения – 100т)						
	<i>Прямые затраты, всего</i>	1 2 3	руб.			5528703 5670047 5564758	502381 640628 537641
	в том числе:						
1–2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			37288	
	эксплуатация машин		руб.			2237087	
1–4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			3254328 3395672 3290383	502381 640628 537641
	Затраты труда						
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1–1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	16,11			
1–3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
	Машины и механизмы						
M110916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	909385	2237087	
	Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах						
C101-8091	Битум вязкий	1 2 3	т	5,61	439418 452926 442861	2465135 2540915 2484450	45520 119639 64408
C101-63901	Порошок минеральный	1 2 3	т	6,68	22782 32597 25288	152184 217748 168924	39439 103567 55811
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м ³	22,8	27939	637009	417422
	Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах						
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,42			
П412-0000	Щебень		м ³	38,1			
E27-67-2	Приготовление асфальтобетонной смеси типа А плотной мелкозернистой, плотностью каменных материалов 3 и более т/м³, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения – 100т)						
	<i>Прямые затраты, всего</i>	1 2 3	руб.			5528703 5670047 5564758	502381 640628 537641
	в том числе:						
1–2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			37288	
	эксплуатация машин		руб.			2237087	

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			3254328 3395672 3290383	502381 640628 537641
Затраты труда							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	16,11			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
Машины и механизмы							
M110916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	909385	2237087	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101-8091	Битум вязкий	1 2 3	т	5,61	439418 452926 442861	2465135 2540915 2484450	45520 119639 64408
C101-63901	Порошок минеральный	1 2 3	т	6,68	22782 32597 25288	152184 217748 168924	39439 103567 55811
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	22,8	27939	637009	417422
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,42			
П412-0000	Щебень		м3	38,1			
E27-67-3	Приготовление асфальтобетонной смеси типа Б плотной мелкозернистой, плотностью каменных материалов 2,5–2,9 т/м3 из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения – 100т)						
	Прямые затраты, всего	1 2 3	руб.			5939191 6102978 5980975	667834 828033 708699
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			37288	
	эксплуатация машин		руб.			2237087	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			3664816 3828603 3706600	667834 828033 708699
Затраты труда							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	16,11			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
Машины и механизмы							
M110916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	909385	2237087	

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101-8091	Битум вязкий	1 2 3	т	5,61	439418 452926 442861	2601355 2681322 2621737	48035 126250 67968
C101-63901	Порошок минеральный	1 2 3	т	6,68	22782 32597 25288	194558 278378 215960	50420 132404 71352
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	22,8	27939	868903	569379
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,444			
П412-0000	Щебень		м3	28,2			
E27-67-4	Приготовление асфальтобетонной смеси типа Б плотной мелкозернистой, плотностью каменных материалов 3 и более т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения – 100т)						
	Прямые затраты, всего	1 2 3	руб.			5939191 6102978 5980975	667834 828033 708699
	в том числе:						
1–2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			37288	
	эксплуатация машин		руб.			2237087	
1–4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			3664816 3828603 3706600	667834 828033 708699
Затраты труда							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1–1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	16,11			
1–3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
Машины и механизмы							
M110916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	909385	2237087	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101-8091	Битум вязкий	1 2 3	т	5,92	439418 452926 442861	2601355 2681322 2621737	48035 126250 67968
C101-63901	Порошок минеральный	1 2 3	т	8,54	22782 32597 25288	194558 278378 215960	50420 132404 71352
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	31,1	27939	868903	569379
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,444			
П412-0000	Щебень		м3	28,2			

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
E27-67-5	Приготовление асфальтобетонной смеси типа В плотной мелкозернистой, плотностью каменных материалов 2,5–2,9 т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения – 100т)						
	<i>Прямые затраты, всего</i>	1 2 3	руб.			6335056 6529985 6384788	818380 1009039 867020
	в том числе:						
1–2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			37288	
	эксплуатация машин		руб.			2237087	
1–4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			4060681 4255610 4110413	818380 1009039 867020
	Затраты труда						
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1–1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	16,11			
1–3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
	Машины и механизмы						
M110916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	909385	2237087	
	Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах						
S101-8091	Битум вязкий	1 2 3	т	6,22	439418 452926 442861	2733180 2817200 2754595	50469 132648 71412
S101-63901	Порошок минеральный	1 2 3	т	11,3	22782 32597 25288	257437 368346 285754	66715 175195 94412
S412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	38,3	27939	1070064	701196
	Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах						
P113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,466			
P412-0000	Щебень		м3	18,5			
E27-67-6	Приготовление асфальтобетонной смеси типа В плотной мелкозернистой, плотностью каменных материалов 3 и более т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения – 100т)						
	<i>Прямые затраты, всего</i>	1 2 3	руб.			6335056 6529985 6384788	818380 1009039 867020
	в том числе:						
1–2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			37288	
	эксплуатация машин		руб.			2237087	
1–4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			4060681 4255610 4110413	818380 1009039 867020

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Затраты труда							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	16,11			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
Машины и механизмы							
M110916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	909385	2237087	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101-8091	Битум вязкий	1	т	6,22	439418	2733180	50469
		2			452926	2817200	132648
		3			442861	2754595	71412
C101-63901	Порошок минеральный	1	т	11,3	22782	257437	66715
		2			32597	368346	175195
		3			25288	285754	94412
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	38,3	27939	1070064	701196
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,466			
П412-0000	Щебень		м3	18,5			
E27-67-7	Приготовление асфальтобетонной смеси типа А плотной крупнозернистой, плотностью каменных материалов 2,5–2,9 т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения – 100т)						
	Прямые затраты, всего	1 2 3	руб.			5528703 5670047 5564758	502381 640628 537641
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			37288	
	эксплуатация машин		руб.			2237087	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			3254328 3395672 3290383	502381 640628 537641
Затраты труда							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	16,11			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
Машины и механизмы							
M110916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	909385	2237087	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101-8091	Битум вязкий	1	т	5,61	439418	2465135	45520
		2			452926	2540915	119639
		3			442861	2484450	64408

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
С101-63901	Порошок минеральный	1	т	6,68	22782	152184	39439
		2					103567
		3					55811
С412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	22,8	27939	637009	417422
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,42			
П412-0000	Щебень		м3	38,2			
E27-67-8	Приготовление асфальтобетонной смеси типа А плотной крупнозернистой, плотностью каменных материалов 3 и более т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения – 100т)						
	Прямые затраты, всего	1	руб.				5528703
		2					640628
		3					537641
	в том числе:						
1–2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			37288	
	эксплуатация машин		руб.			2237087	
1–4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1	руб.				3254328
		2					640628
		3					537641
Затраты труда							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1–1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	16,11			
1–3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
Машины и механизмы							
M110916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	909385	2237087	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
С101-8091	Битум вязкий	1	т	5,61	439418	2465135	45520
		2					119639
		3					64408
С101-63901	Порошок минеральный	1	т	6,68	22782	152184	39439
		2					103567
		3					55811
С412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	22,8	27939	637009	417422
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,42			
П412-0000	Щебень		м3	28			
E27-67-9	Приготовление асфальтобетонной смеси типа Б плотной крупнозернистой, плотностью каменных материалов 2,5–2,9 т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения – 100т)						
	Прямые затраты, всего	1	руб.				5939191
		2					828033
		3					708699

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
	в том числе:						
1–2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			37288	
	эксплуатация машин		руб.			2237087	
1–4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1				3664816	667834
		2	руб.			3828603	828033
		3				3706600	708699
Затраты труда							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1–1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	16,11			
1–3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
Машины и механизмы							
M110916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	909385	2237087	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101-8091	Битум вязкий	1			439418	2601355	48035
		2	т	5,92	452926	2681322	126250
		3			442861	2621737	67968
C101-63901	Порошок минеральный	1			22782	194558	50420
		2	т	8,54	32597	278378	132404
		3			25288	215960	71352
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	31,1	27939	868903	569379
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,44			
П412-0000	Щебень		м3	28,1			
E27-67-10	Приготовление асфальтобетонной смеси типа Б плотной крупнозернистой, плотностью каменных материалов 3 и более т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения – 100т)						
	Прямые затраты, всего	1				5939191	667834
		2	руб.			6102978	828033
		3				5980975	708699
	в том числе:						
1–2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			37288	
	эксплуатация машин		руб.			2237087	
1–4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1				3664816	667834
		2	руб.			3828603	828033
		3				3706600	708699
Затраты труда							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1–1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	16,11			
1–3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
	Машины и механизмы						
M110916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	909385	2237087	
	Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах						
C101-8091	Битум вязкий	1 2 3	т	5,92	439418 452926 442861	2601355 2681322 2621737	48035 126250 67968
C101-63901	Порошок минеральный	1 2 3	т	8,54	22782 32597 25288	194558 278378 215960	50420 132404 71352
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	31,1	27939	868903	569379
	Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах						
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,44			
П412-0000	Щебень		м3	22,4			
E27-67-11	Приготовление асфальтобетонной смеси типа Г плотной песчаной из отсевов дробления изверженных горных пород с плотностью зерен 2,0–2,8 т/м3 для горячей укладки (единица измерения – 100т)						
	Прямые затраты, всего	1 2 3	руб.			6258160 6451915 6307586	116463 305973 164801
	в том числе:						
1–2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			44856	
	эксплуатация машин		руб.			2682686	
1–4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			103362	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			3530618 3724373 3580044	116463 305973 164801
	Затраты труда						
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1–1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	19,38			
1–3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	41,3			
	Машины и механизмы						
M110916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,95	909385	2682686	
	Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах						
C101-8091	Битум вязкий	1 2 3	т	7,55	439418 452926 442861	3317606 3419591 3343601	61261 161011 86682
C101-63901	Порошок минеральный	1 2 3	т	9,35	22782 32597 25288	213012 304782 236443	55202 144962 78119
	Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах						
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,566			
П412-0000	Песок для строительных работ		м3	56,6			

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
E27-67-12	Приготовление асфальтобетонной смеси типа Д плотной песчаной на природном песке с модулем крупности более 1,5 для горячей укладки (единица измерения – 100т)						
	Прямые затраты, всего	1 2 3	руб.			7848127 8060040 7902190	1141649 1348919 1194521
	в том числе:						
1–2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			44856	
	эксплуатация машин		руб.			2682686	
1–4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			103362	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			5120585 5332498 5174648	1141649 1348919 1194521
	Затраты труда						
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1–1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	19,38			
1–3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	41,3			
	Машины и механизмы						
M110916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,95	909385	2682686	
	Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах						
C101-8091	Битум вязкий	1 2 3	т	7,55	439418 452926 442861	3317606 3419591 3343601	61261 161011 86682
C101-63901	Порошок минеральный	1 2 3	т	11,2	22782 32597 25288	255158 365086 283226	66125 173645 93576
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	55,4	27939	1547821	1014263
	Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах						
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,566			
E27-67-13	Приготовление асфальтобетонной смеси пористой крупнозернистой, плотностью каменных материалов 2,5–2,9 т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения – 100т)						
	Прямые затраты, всего	1 2 3	руб.			5117629 5204897 5139881	585200 670556 606962
	в том числе:						
1–2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			33793	
	эксплуатация машин		руб.			2027929	
1–4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			78135	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			3055907 3143175 3078159	585200 670556 606962
	Затраты труда						
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	14,6			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	31,22			
Машины и механизмы							
M110916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,23	909385	2027929	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101-8091	Битум вязкий	1	т	5	439418	2197090	40570
		2			452926	2264630	106630
		3			442861	2214305	57405
C101-63901	Порошок минеральный	1	т	2,01	22782	45792	11867
		2			32597	65520	31163
		3			25288	50829	16794
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	29,1	27939	813025	532763
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
P113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,375			
P412-0000	Щебень		м3	36,1			
E27-67-14	Приготовление асфальтобетонной смеси пористой крупнозернистой, плотностью каменных материалов 3 и более т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения – 100т)						
	Прямые затраты, всего	1	руб.			5117629	585200
		2				5204897	670556
		3				5139881	606962
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			33793	
	эксплуатация машин		руб.			2027929	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			78135	
	материальные ресурсы	1	руб.			3055907	585200
		2				3143175	670556
		3				3078159	606962
Затраты труда							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	14,6			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	31,22			
Машины и механизмы							
M110916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,23	909385	2027929	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101-8091	Битум вязкий	1	т	5	439418	2197090	40570
		2			452926	2264630	106630
		3			442861	2214305	57405
C101-63901	Порошок минеральный	1	т	2,01	22782	45792	11867
		2			32597	65520	31163
		3			25288	50829	16794

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	29,1	27939	813025	532763
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,375			
П412-0000	Щебень		м3	36,1			
E27-67-15	Приготовление асфальтобетонной смеси пористой мелкозернистой, плотностью каменных материалов 2,5–2,9 т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения – 100т)						
	Прямые затраты, всего	1 2 3	руб.			5117629 5204897 5139881	585200 670556 606962
	в том числе:						
1–2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			33793	
	эксплуатация машин		руб.			2027929	
1–4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			78135	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			3055907 3143175 3078159	585200 670556 606962
Затраты труда							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1–1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	14,6			
1–3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	31,22			
Машины и механизмы							
M110916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,23	909385	2027929	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101-8091	Битум вязкий	1 2 3	т	5	439418 452926 442861	2197090 2264630 2214305	40570 106630 57405
C101-63901	Порошок минеральный	1 2 3	т	2,01	22782 32597 25288	45792 65520 50829	11867 31163 16794
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	29,1	27939	813025	532763
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,375			
П412-0000	Щебень		м3	36,1			
E27-67-16	Приготовление асфальтобетонной смеси пористой мелкозернистой, плотностью каменных материалов 3 и более т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения – 100т)						
	Прямые затраты, всего	1 2 3	руб.			5117629 5204897 5139881	585200 670556 606962
	в том числе:						
1–2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			33793	
	эксплуатация машин		руб.			2027929	

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			78135	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			3055907 3143175 3078159	585200 670556 606962
Затраты труда							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	14,6			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	31,22			
Машины и механизмы							
M110916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,23	909385	2027929	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101-8091	Битум вязкий	1 2 3	т	5	439418 452926 442861	2197090 2264630 2214305	40570 106630 57405
C101-63901	Порошок минеральный	1 2 3	т	2,01	22782 32597 25288	45792 65520 50829	11867 31163 16794
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	29,1	27939	813025	532763
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
P113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,375			
P412-0000	Щебень		м3	36,1			
E27-67-17	Приготовление асфальтобетонной смеси высокопористой крупнозернистой, плотностью каменных материалов 2,5–2,9 т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения – 100т)						
	Прямые затраты, всего	1 2 3	руб.			4519641 4595894 4539092	556625 631207 575647
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			36581	
	эксплуатация машин		руб.			2237087	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			2245973 2322226 2265424	556625 631207 575647
Затраты труда							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,9			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	15,58			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
Машины и механизмы							
M110916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	909385	2237087	

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101-8091	Битум вязкий	1 2 3	т	3,16	439418 452926 442861	1388561 1431246 1399441	25640 67390 36280
C101-63901	Порошок минеральный	1 2 3	т	3,42	22782 32597 25288	77914 111482 86485	20192 53024 28574
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	27,9	27939	779498	510793
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,237			
П412-0000	Щебень		м3	36,8			
E27-67-18	Приготовление асфальтобетонной смеси высокопористой крупнозернистой, плотностью каменных материалов 3 и более т/м3, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения – 100т)						
	Прямые затраты, всего	1 2 3	руб.			4519641 4595894 4539092	556625 631207 575647
	в том числе:						
1–2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			36581	
	эксплуатация машин		руб.			2237087	
1–4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			2245973 2322226 2265424	556625 631207 575647
Затраты труда							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,9			
1–1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	15,58			
1–3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
Машины и механизмы							
M110916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	909385	2237087	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101-8091	Битум вязкий	1 2 3	т	3,16	439418 452926 442861	1388561 1431246 1399441	25640 67390 36280
C101-63901	Порошок минеральный	1 2 3	т	3,42	22782 32597 25288	77914 111482 86485	20192 53024 28574
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	27,9	27939	779498	510793
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,237			
П412-0000	Щебень		м3	36,8			

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
E27-67-19	Приготовление асфальтобетонной смеси высокопористой мелкозернистой, плотностью каменных материалов 2,5–2,9 т/м³, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения – 100т)						
	<i>Прямые затраты, всего</i>	1 2 3	руб.			4519641 4595894 4539092	556625 631207 575647
	в том числе:						
1–2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			36581	
	эксплуатация машин		руб.			2237087	
1–4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			2245973 2322226 2265424	556625 631207 575647
	Затраты труда						
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,9			
1–1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	15,58			
1–3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
	Машины и механизмы						
M110916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	909385	2237087	
	Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах						
C101-8091	Битум вязкий	1 2 3	т	3,16	439418 452926 442861	1388561 1431246 1399441	25640 67390 36280
C101-63901	Порошок минеральный	1 2 3	т	3,42	22782 32597 25283	77914 111482 86485	20192 53024 28574
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м ³	27,9	27939	779498	510793
	Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах						
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,237			
П412-0000	Щебень		м ³	36,8			
E27-67-20	Приготовление асфальтобетонной смеси высокопористой мелкозернистой, плотностью каменных материалов 3 и более т/м³, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки (единица измерения – 100т)						
	<i>Прямые затраты, всего</i>	1 2 3	руб.			4519641 4595894 4539092	556625 631207 575647
	в том числе:						
1–2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			36581	
	эксплуатация машин		руб.			2237087	
1–4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			86193	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			2245973 2322226 2265424	556625 631207 575647

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Затраты труда							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,9			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	15,58			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	34,44			
Машины и механизмы							
M110916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,46	909385	2237087	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101-8091	Битум вязкий	1			439418	1388561	25640
		2	т	3,16	452926	1431246	67390
		3			442861	1399441	36280
C101-63901	Порошок минеральный	1			22782	77914	20192
		2	т	3,42	32597	111482	53024
		3			25283	86485	28574
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	27,9	27939	779498	510793
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,237			
П412-0000	Щебень		м3	36,8			
E27-67-21	Приготовление асфальтобетонной смеси высокопористой песчаной из дробленых песков и песков из отсевов дробления горных пород с плотностью зерен 2,0–2,8 т/м3 для горячей укладки (единица измерения – 100т)						
	Прямые затраты, всего	1 2 3	руб.			5010352 5132781 5041582	73589 193335 104131
	в том числе:						
1-2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			43977	
	эксплуатация машин		руб.			2682686	
1-4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			103362	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			2283689 2406118 2314919	73589 193335 104131
Затраты труда							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	19			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	41,3			
Машины и механизмы							
M110916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,95	909385	2682686	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101-8091	Битум вязкий	1			439418	2153148	39759
		2	т	4,9	452926	2219337	104497
		3			442861	2170019	56257

Окончание таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
C101-63901	Порошок минеральный	1 2 3	т	5,73	22782 32597 25288	130541 186781 144900	33830 88838 47874
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,368			
П412-0000	Песок для строительных работ		м3	60,9			
E27-67-22	Приготовление асфальтобетонной смеси высокопористой песчаной на природном песке для горячей укладки (единица измерения – 100т)						
	Прямые затраты, всего	1 2 3	руб.			6719029 6860205 6755046	1176023 1314105 1211246
	в том числе:						
1–2	заработная плата рабочих-строителей		руб.			43977	
	эксплуатация машин		руб.			2682686	
1–4	в том числе: заработная плата машинистов		руб.			103362	
	материальные ресурсы	1 2 3	руб.			3992366 4133542 4028383	1176023 1314185 1211240
Затраты труда							
999-9999	Средний разряд рабочих-строителей			3,8			
1-1	Затраты труда рабочих-строителей		чел.-ч	19			
1-3	Затраты труда машинистов		чел.-ч	41,3			
Машины и механизмы							
M110916	Заводы асфальтобетонные производительностью с дистанционным управлением, 50 т/ч		маш.-ч	2,95	909385	2682686	
Материальные ресурсы, учтенные в прямых затратах							
C101-8091	Битум вязкий	1 2 3	т	4,9	439418 452926 442861	2153148 2219337 2170019	39759 104497 56257
C101-63901	Порошок минеральный	1 2 3	т	7,64	22782 32597 25288	174054 249041 193200	45107 118451 63832
C412-1500	Песок для строительных работ природный высшего класса		м3	59,6	27939	1665164	1091157
Материальные ресурсы, не учтенные в прямых затратах							
П113-0000	Поверхностно-активные вещества		т	0,368			

Асфальтосмесительные установки полустационарного типа

№ п/п	Показатели	Марки асфальтосмесительных установок					
		ДС-185	Д-645-2Г	КДМ-201	ДС-168	MARINI ULTIMAP 2700	TELTOMAT 240
1.	Производительность при влажности песка и щебня до 3 % до 5 %, т/ч	56 –	100	110 80	160	240	200-240
2.	Число отсеков бункера агрегата питания, шт.	4	4	5	5	6	9
3.	Общая вместимость бункеров агрегата питания, м ³	32	40	40	80	–	108
4.	Максимальная масса замеса, кг	730	–	1500	2200	–	3000
5.	Вместимость бункеров агрегата готовой смеси, т(м ³)	70(39)	100	70(39)	100(55,6)	–	–
6.	Тип смесителя	Циклического действия					Непрерывного действия

Асфальтосмесительные установки полустационарного типа

№ п/п	Показатели	Марки асфальтосмесительных установок							
		Д-617-2	БМЗ-80 ZZBO	"Тельтомат" 10SM	Д-645-2Г	STRASSMAYR - 140	ОКИПП 200	ДС-84-2	
1.	Производительность при влажности песка и щебня 5 %, т/ч	50	80	100(60)	100	140	200	200	
2.	Установленная мощность электродвигателей и электронагревателей, кВт	470	–	439,2	550	–	–	1020	
3.	Расход топлива, кг/ч	650	–	942	1025	–	–	2000	
4.	Масса установки, т	150	–	137	175	–	–	280	
5.	Число отсеков бункера агрегата питания, шт.	4	4	4	4	6	5	6	
6.	Общая вместимость бункеров агрегата питания, м ³	16	38	20,8	40	54	–	60	
7.	Загрузочная вместимость мешалки, т	1200	–	1000	2000	–	–	3500	
8.	Вместимость бункера готовой смеси, т	50	40	80	100	80	–	200	
9.	Тип смесителя	Циклического действия							Непрерывного действия

Асфальтосмесительные установки мобильного типа

№ п/п	Показатели	Марки асфальтосмесительных установок							
		BENNINGHOVEN CONCEPT TBA 240	MA3-20 ZZBO	ДС-79	CESAN CSP-300	Cesan CSP-160	ДС-95	ДС-118-4	
1.	Производительность при влажности песка и щебня 5 %, т/ч	240	20	25	300	160	50	100	
2.	Число отсеков бункера агрегата питания, шт.	10	3	3	3	3	4	4	
3.	Общая вместимость бункеров агрегата питания, м ³	150	24	10	30	30	16	40	
4.	Загрузочная вместимость мешалки, т	–		660	–	–	900	2300	
5.	Вместимость бункера готовой смеси, т	350	8	25	–	–	50	100	
6.	Тип смесителя	Циклического действия							Непрерывного действия

Таблица Г.1 – Размеры стальных водогазопроводных (газовых) труб по ГОСТ 3262-75

Условный проход, м ³	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм		
		Легкие	Обыкновенные	Усиленные
1	2	3	4	5
6	10,2	1,8	2	2,5
8	13,5	2	2,2	2,8
10	17	2	2,2	2,8
15	21,3	2,35	-	-
15	21,3	2,5	2,8	3,2
20	26,8	2,35	-	-
20	26,8	2,5	2,8	3,2
25	33,5	2,8	3,2	4
32	42,3	2,8	3,2	4
40	48	3	3,5	4
50	60	3	3,5	4,5
80	88,5	3,5	4	4,5
90	101,3	3,5	4	4,5
100	114	4	4,5	5
125	140	4	4,5	5,5
150	165	4	4,5	5,5

Учебное издание

Составители:

*Чумичева Наталья Валентиновна
Дедок Владимир Николаевич*

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам по дисциплине
«Основы проектирования дорожных предприятий»

*для студентов дневной формы обучения
специальности 1-70 03 01-“Автомобильные дороги”*

Ответственный за выпуск: Дедок В. Н.
Редактор: Митлошук М. А.
Компьютерная вёрстка: Соколюк А. П.
Корректор: Дударук С. А.

Подписано в печать 02.09.2021 г. Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага «Performer».
Гарнитура «Arial». Усл. печ. л. 3,96. Уч. изд. л. 4,25. Заказ № 932. Тираж 21 экз.
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный
технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/235 от 24.03.2014 г.

