

Министерство образования и науки Украины

ХАРЬКОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЕФРЕМОВ С. В.

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БАЗА СТРОИТЕЛЬСТВА.
ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ
ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА ОСНОВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЯЖУЩИХ**

Учебное пособие

Харьков
2017

УДК 625.088(062)

ББК 35.514

Е 92

Рекомендовано к изданию Ученым Советом Харьковского национального автомобильно-дорожного университета (протокол № 19/17/4.9 от 30.06.2017)

Рецензенты: В.В. Мозговой, докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой дорожно-строительных материалов и химии Киевского транспортного университета

А.Г. Вандаловский, докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой строительных материалов Харьковского национального университета строительства и архитектуры

В.П. Сопов, докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой физико-химической механики и технологии строительных материалов и изделий Харьковского национального университета строительства и архитектуры

В.А. Золотарёв, докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой технологии дорожно-строительных материалов и химии Харьковского национального автомобильно-дорожного университета

Автор: Ефремов С. В., доц., к.т.н.

Ефремов С. В. Производственная база строительства. Предприятия по изготовлению дорожно-строительных материалов на основе органических вяжущих: учебное пособие / С. В. Ефремов. – Харьков: ХНАДУ, 2017. – 142 с (на русском языке).

Рассмотрены вопросы технологии и организации работ на производственных предприятиях, обеспечивающих строительство автомобильных дорог, такие как: получение, хранение, приготовление и поставки органических вяжущих на битумных и эмульсионных базах; разработка технологических схем производства смесей на органических вяжущих на асфальтобетонных заводах; использование технологического оборудования; проектирование генеральных планов; контроль качества работ; охрана труда и окружающей среды в процессе их функционирования.

Предназначен для студентов дневного и заочного обучения специальности 192 «Будівництво та цивільна інженерія» и слушателей системы переподготовки и повышения квалификации кадров.

Ил. 65. Табл. 14. Библиогр. 34 наим.

ISBN

© Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	6
1 Производственные базы. Предназначение.....	7
1.1 Разновидности производственных баз	8
1.2 Предназначение производственных баз дорожного строительства и особенности их функционирования.....	10
1.3 Принципы функционирования производственных баз с учётом использования местных материалов и сохранения окружающей среды.....	12
2 Расположение производственных предприятий дорожного хозяйства	14
2.1 Особенности размещения и функционирования предприятий с учетом наибольшего сохранения местных природных условий	14
2.2 Рекультивация земельной территории в период работы предприятия и после его перемещения.....	16
2.3 Основные технико-экономические показатели работы предприятий.....	17
3 Классификация баз органических вяжущих материалов. Технологические процессы на базах	20
3.1 Классификация органических вяжущих и их применение в дорожном строительстве	20
3.2 Назначение и классификация баз органических вяжущих материалов.....	20
3.3 Технологические процессы на базах.....	21
3.3.1 Доставка вяжущих, разгрузка.....	22
3.3.2 Хранение вяжущих и нагрев до технологических температур. Разновидности битумоплавильных агре- гатов.....	26
3.3.3 Транспортирование вяжущих по территории базы....	34
4 Проектирование генеральных планов баз органических вя- жущих. Охрана труда и окружающей среды на базах	37
4.1 Агрегаты для производства окисленных и модифицированных битумов.....	37
4.2 Контроль технологических режимов изготовления вяжущих.....	42

4.3	Нормативная база генеральных планов производственных предприятий дорожного строительства.....	45
4.4	Принципы проектирования генеральных планов баз органических вяжущих.....	45
4.4.1	Состав комплекта чертежей и масштабы изображений.....	45
4.4.2	Общие правила оформления чертежей.....	46
4.4.3	Горизонтальное планирование.....	47
4.4.4	Планы автомобильных дорог и благоустройство территории.....	48
4.5	Общие вопросы техники безопасности, охрана окружающей среды. Охрана труда на базах органических вяжущих.....	49
4.5.1	Нормативная база и общие вопросы техники безопасности.....	49
4.5.2	Техника безопасности при приёме-сливе органических вяжущих.....	50
4.5.3	Техника безопасности при работе на битумоплавильных установках.....	51
4.5.4	Охрана окружающей среды.....	53
5	Эмульсионные базы	54
5.1	Классификация эмульсий.....	54
5.2	Предназначение эмульсионных баз и их комплектация...	57
5.3	Оборудование и технологические процессы изготовления эмульсий.....	63
5.4	Хранение и транспортирование эмульсий.....	65
5.5	Контроль качества эмульсий.....	65
5.6	Охрана труда, окружающей среды и противопожарная безопасность на эмульсионных базах.....	66
6	Асфальтобетонные заводы.....	68
6.1	Предназначение и классификация асфальтобетонных заводов.....	68
6.2	Технологические процессы и основное оборудование асфальтобетонных заводов.....	69
6.3	Разновидности складов минеральных материалов и механизмов для их разгрузки.....	83
7	Технологическое оборудование АБЗ.....	87

7.1 Конструктивные особенности агрегатов питания	87
7.2 Сушильные барабаны, предназначение, разновидности...	93
7.3 Силосные склады минерального порошка, их конструкция.....	96
7.3.1 Способы и механизмы для транспортирования минерального порошка.....	97
7.4 Смесительные агрегаты, предназначение, классификация	100
7.5 Конструктивные элементы грохотов, дозаторов, бункеров, смесителя.....	103
7.5.1 Дозирование минеральных материалов и вяжущих, конструкция и разновидности дозаторов.....	110
8 Выбор оборудования и особенности работы АБЗ	114
8.1 Пылеулавливающие устройства.....	114
8.2 Принцип выбора основного оборудования АБЗ, технические характеристики асфальтосмесительных установок.	119
8.3 Экономическая эффективность АБЗ.....	125
8.4 Особенности работы АБЗ в зимнее время.....	127
8.5 Автоматизация АБЗ.....	128
8.6 Охрана труда, охрана природы, противопожарная безопасность.....	129
8.7 Контроль качества продукции	131
8.8 Общие принципы проектирования генеральных планов АБЗ	134
Литература.....	140

ВВЕДЕНИЕ

Пособие «Производственная база строительства. Предприятия по изготовлению дорожно-строительных материалов на основе органических вяжущих» является первой частью лекционного курса по дисциплине «Производственная база строительства» и разработано в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины с целью предоставления информационно-методологической помощи студентам специальности 192 «Будівництво та цивільна інженерія» при изучении дисциплины «Производственная база строительства».

Значительная часть информационного материала пособия подготовлена на основании и с учётом опыта чтения курса лекций на кафедре Технологии дорожно-строительных материалов ХНАДУ, который был приобретен доцентом Ткачуком Ю. П. за многолетний период.

Основными направлениями пособия являются: преподавание общих принципов организации и размещения производственных предприятий дорожной отрасли; предоставление нормативных требований по устройству производственных баз строительства; изложение принципов оптимальности выбора и последовательности размещения технологических узлов и механизмов на территории производственных баз для обеспечения эффективности необходимых технологических операций; освещение технических характеристик основного технологического оборудования битумных и эмульсионных баз, а так же асфальтобетонных заводов; применение этих принципов и знаний в профессиональной деятельности. Представленный материал условно разделяется на три главные части: основные принципы и нормативная база организации и размещения производственных предприятий дорожного строительства; базы органических вяжущих материалов; асфальтобетонные заводы.

РАЗДЕЛ 1

ПРОИЗВОДСВЕННЫЕ БАЗЫ. ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ

За последние годы XXI тысячелетия в развитых странах Европы объем автомобильных перевозок значительно возрос по сравнению с другими видами транспортирования грузов. Автотранспорт в состоянии перевозить товар “от двери до двери”, избавляя отправителя от необходимости лишних перегрузок. Этот вид перевозок чрезвычайно гибок в отношении маршрутов и графиков движения, рентабелен для перевозки на небольшие расстояния дорогостоящих товаров. Он очень чутко реагирует на все изменения спроса, который, в свою очередь, зависит от состояния экономики, социального положения населения и т.д. Соответственно увеличивается не только автопарк, но и объем перевозимых грузов, а также нагрузка на ось, влекущие за собой усиление конструкции автодорог, увеличение их ширины и протяженности. Во многих случаях автотранспортные тарифы конкурентно сопоставимы с тарифами железных дорог, но при этом автотранспорт обеспечивает более высокую оперативность оказываемых услуг.

В качестве сравнительных результатов информативной является плотность сети автодорог, которая в некоторых странах Европы следующая: в Германии – 2 км/км^2 ; во Франции – $1,46 \text{ км/км}^2$, в Польше – $1,15 \text{ км/км}^2$, а в Украине – $0,28 \text{ км/км}^2$, что более чем в 4 раза меньше по сравнению с наименьшим из приведенных показателей. В Украине 71,5 % от общей протяженности дорог занимают дороги IV-V технической категорий (121,2 тыс. км), а дороги I категории только 1,6 % (2,7 тыс. км) [1]. Поэтому сеть дорог требует дальнейшего развития, прежде всего за счет строительства дорог с твердым покрытием, устройства международных транспортных коридоров современного европейского уровня.

По данным «Укравтодора» [1] на 1.01.2016 суммарная протяженность сети дорог общего пользования в Украине имеет общую длину 169,6 тыс. км, из них дорог государственного значения – 21,2 тыс. км, что составляет 12,5 % от всех дорог. Большинство этих дорог с твердым покрытием (97,9 %), причём на долю дорог с покрытием, изготовленным с применением органических вяжущих приходится 130,8 тыс. км, что в процентном отношении составляет 77,1 %, а с минеральным вяжущим – 2,2 тыс. км, что в свою очередь со-

ставляет 1,3 %, оставшиеся 19,5 % – дороги со щебёночно-гравийным покрытием и мостовые по 14,9 % и 4,6 % соответственно. Как видно из приведенных показателей на рис. 1.1 дороги с нежестким покрытием занимают наибольшую часть из всех дорог в Украине.

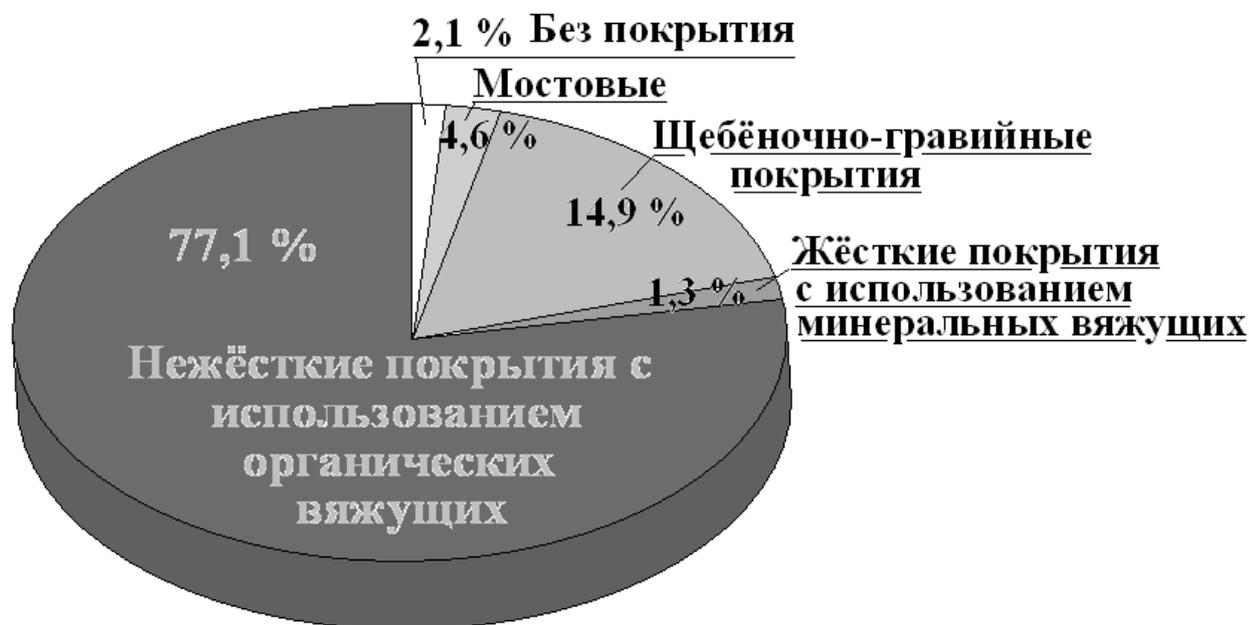


Рис. 1.1. Долевое распределение дорог по виду покрытия

Эта ситуация диктует свои условия в организации и подготовке к строительству автомобильных дорог, а также их эксплуатации. Чтобы удовлетворить эти условия и обеспечить высокий современный уровень строительства и эксплуатации дорог необходима сеть производственных предприятий, основную долю которых составляют базы органических вяжущих и асфальтобетонные заводы (АБЗ).

1.1 Разновидности производственных баз

Производственные предприятия дорожного строительства различаются в зависимости от природы вяжущих материалов, на основании которых производят бетонные смеси:

- асфальтобетонные заводы, производящие бетонные смеси на основе органических вяжущих материалах;
- базы органических вяжущих материалов;

- цементобетонные заводы, производящие бетонные смеси и растворы на основе минеральных вяжущих материалов.

Характер работ, связанный с частыми перемещениями как объектов строительства так и производств, обеспечивающих строительными материалами эти объекты, существенно усложняет организацию работы предприятий дорожного строительства. Кроме того, предприятия имеют различную подчиненность. В большинстве своем они подчиняются Государственному агентству автомобильных дорог Украины (Укравтодор), которое имеет свои филиалы во всех областях (областные Службы автомобильных дорог). Областные службы дорог, как и Укравтодор являются государственными заказчиками и содержат на подряде областные автодоры. Те имеют в своем подчинении районные автодоры, которые являются субподрядчиками или подрядчиками при выполнении строительных работ. Кроме этих организаций к выполнению строительных работ на подряде или субподряде привлекаются отдельные организации типа акционерных обществ, а также частные дорожно-строительные организации не входящие в структуру Укравтодора. Все построенные участки дорог передаются на баланс и обслуживаются дорожно-эксплуатационными организациями.

Для проведения работ по строительству и эксплуатации (содержанию) автомобильных дорог в городской черте существуют коммунальные строительные организации, имеющие в своём подчинении предприятия по производству дорожно-строительных материалов, дорожно-строительную технику и соответствующих специалистов (Городские управления дорог). Эксплуатация дорог в городской черте осуществляется городскими дорожно-эксплуатационными предприятиями.

В структуре крупных специализированных строительных организаций функционируют ведомственные предприятий по производству дорожно-строительных материалов. Они подчиняются соответствующим ведомствам и выполняют работы по выпуску дорожно-строительных материалов в соответствии с планами этих ведомств.

Производственные предприятия дорожного строительства, как правило, находятся в составе районного дорожно-строительного управления (ДСУ) и подчиняются главному инженеру ДСУ. От-

дельные крупные предприятия могут находиться в подчинении трестов, Укравтодора и их филиалов, а также являться отдельными организациями – типа акционерных обществ. К последним относят чаще всего крупные карьеры по добыче каменных материалов, базы органических вяжущих, асфальтобетонные заводы, заводы железобетонных изделий и конструкций и др. Они имеют сложную структуру управления и организации с многочисленным управленческим штатом. На предприятиях непосредственно подчиненных ДСУ эта структура значительно проще и аппарат управления ограничивается мастером и механиком.

Руководители всех производственных предприятий обязаны организовывать работу своих подразделений с учётом требований по сохранению окружающей среды. Не исключение и предприятия дорожной отрасли. С этой целью на стадии проектирования и в процессе функционирования необходимо избегать или уменьшать влияние следующих факторов:

- выброс газов, загрязняющих атмосферу;
- запыление и задымление окружающего пространства;
- загрязнение территории предприятий и земельных площадей прилегающей территории;
- замусоривание и загрязнение недр земли, водоёмов и водных источников.

1.2 Предназначение производственных баз дорожного строительства и особенности их функционирования

Предназначением производственных баз является производство качественных дорожно-строительных материалов для максимально полного обеспечения ими организаций, которые выполняют работы по строительству автомобильных дорог, таким образом, чтоб сроки выполнения работ зависели только от скоростных возможностей дорожно-строительной техники. В связи с этим основными задачами промышленности строительных материалов на современном этапе можно считать:

А. Снижение:

- материалоемкости (применение новых современных высококачественных материалов);

- себестоимости (расширение применения вторичных материалов и ресурсов, местных материалов на основе современных эффективных технологий, добавок и приемов);
- трудоемкости (использование новых методов изготовления изделий и конструкций, применение нового высокопроизводительного автоматизированного оборудования).

Б. Ресурсосбережение, которое направлено на экономию энергетических и материальных ресурсов за счет использования:

- шлаков металлургической промышленности;
- отходов горнодобывающей и горноперерабатывающей промышленности.

В. Внедрение:

- энергосберегающих технологий в производстве органических и минеральных вяжущих; экономичных способов как нагрева органических вяжущих так и использование органических вяжущих, позволяющих снизить рабочую температуру;
- энергосберегающих технологий тепловой обработки железобетонных изделий за счет применения современных супер- и гиперпластификаторов;
- эффективных способов теплоизоляции при тепловлажностной обработке цементных бетонов.

Г. Широкое применение композиционные материалы:

- на нефтяной основе;
- на полимерной основе;
- на минеральных связывающих материалах;
- на основе различных комбинаций связывающих материалов, позволяющих получить различные сочетания минеральных, органических, полимерных, металлических и других элементов в едином изделии.

Решение этих задач позволяет уменьшить финансовые затраты без потери качества выпускаемой продукции и наращивать объёмы выполняемых работ дорожной отрасли.

Дорожное строительство относится к наиболее материалоемким отраслям хозяйства. Например, на 1 км дороги II технической категории расходуется 1500÷2000 м³ щебня, 600÷1000 м³ песка, 1750÷2000 т асфальтобетонной смеси или 1800÷2000 м³ цементобетонной смеси. При строительстве автомобильных дорог удельное

потребление нерудных строительных материалов в 3÷4 раза выше, чем в других отраслях строительства. Поэтому развитие этих направлений в дорожном строительстве позволит в значительной степени не только снизить энерго-, трудо- и материалоемкость строительства, но и повысить качество слоев дорожной одежды.

1.3 Принципы функционирования производственных баз с учётом использования местных материалов и сохранения окружающей среды

Основные принципы организации дорожно-строительных предприятий, без которых невозможна нормальная работа всей отрасли строительства, следующие:

- А. Строгое соблюдение временных сроков и нормативных требований, установленных соответствующей документацией. Несоблюдение сроков приводит к срыву работ других смежных организаций и увеличивает стоимость строительства. Несоблюдение норм приводит к снижению качества продукции и срока её службы.
- Б. Необходимо обеспечить максимально возможный эффект при минимально возможных затратах финансовых, энергетических, материальных и трудовых ресурсов с учётом возможностей наибольшего использования местных природных условий при оказании максимального внимания мероприятиям по охране окружающей среды. Это важный показатель уровня организации труда.
- В. Работы должны производиться с учетом высокого уровня их автоматизации и механизации.
- Г. Необходимо обеспечивать высокое качество производимых работ.
- Д. При проектировании и функционировании предприятий должно соблюдаться нормативные и юридические требования, а также правила охраны окружающей среды.

Принципы управления производственными предприятиями дорожного строительства следующие:

- А. Один из важнейших принципов управления – принцип хозрасчета (доходы должны всегда превышать расходы, чтобы предприятие было прибыльным).
- Б. Необходим правильный подбор и расстановка кадров (систематическое повышение квалификации, материальное стимулирование и др.).
- В. Должен быть правильно организован учет трудовых, материальных, энергетических и финансовых ресурсов, который влияет на производственное планирование, организацию производства и себестоимость продукции.
- Г. Управление должно базироваться на научной основе, для чего необходимо привлекать специалистов высокого уровня, имеющих специальную подготовку в области дорожного строительства, а также высококвалифицированных специалистов в области управления, экономики, социологии и маркетинга. Научный анализ как база для принятия решений основан на обработке своевременной и полной информации (при этом возрастает роль технических средств обработки информации, экономико-математических методов ее оценки). С помощью этого принципа осуществляется переход на автоматизированные системы управления производством (АСУП).
- Д. Все действия, связанные с управлением предприятия, должны основываться на принципе: используй максимально местные ресурсы, но не навреди своей земле.

РАЗДЕЛ 2

РАСПОЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА

2.1 Особенности размещения и функционирования предприятий с учетом наибольшего сохранения местных природных условий

При работе производственных предприятий дорожного строительства происходит взаимодействие природы и человека, при котором человек не только потребляет природные ресурсы, но и загрязняет природу. Это тем более опасно в современных условиях, когда выброс загрязняющих веществ все более возрастает и превышает возможности их нейтрализации. Количество веществ, выбрасываемых в окружающую среду, достигает млрд. тонн (более 10 млн. т нефтепродуктов, более 50 млн. т свинца и т.д.) [2, 3]. Поэтому при работе предприятия необходимо учитывать экологические особенности его работы и минимизацию загрязнения окружающей среды.

При расположении производственного предприятия по отношению к строящейся дороге необходимо учитывать стоимость транспортирования сырья и готовой продукции, наличие и состояние транспортной сети и готовой продукции, наличие и состояние транспортной сети, источников энергии, воды и др. Оптимальный вариант расположения завода выбирают по минимуму приведенных затрат на производство и транспортирование готовой продукции:

$$П = С + E_n \cdot K_y, \text{ грн} \quad (2.1)$$

где: C – себестоимость единицы продукции с учетом транспортирования в пункт назначения;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_n=0,12$);

K_y – удельные капитальные вложения (на единицу продукции).

После ориентировочного определения места расположения предприятия путем сравнения вариантов по минимальным приведенным затратам необходимо привязать площадку предприятия к местности. Это дает возможность учитывать не только интересы дорожников, но и сельскохозяйственных предприятий, всего государства в целом. Плодородный слой земли составляет всего 10 % площади материков, поэтому важным является сохранение этого слоя. В США, например, 1 га плодородной земли стоит более 25

млн. долларов. По данным международных организаций ежегодно на Земле в результате неправильного использования пашни в пески превращаются 60 млн. га [4]. С середины 60-х годов на Украине размеры обрабатываемых земель постоянно сокращаются в среднем на 7 тыс. га ежегодно [5]. Например, только в Днепропетровской области предприятия горнодобывающей промышленности занимают более 40 тыс. га. Угольная промышленность Донбасса поглощает ежегодно 120 га плодородных земель. В мире ежегодно уничтожается 17 млн. га леса, в водоемы производственные предприятия сбрасывают более 32 млрд. м³ неочищенных вод. В Днепр, например, ежегодно сбрасывают 11000 м³ загрязненных вод (при годовом стоке около 54000 м³). В Северский Донец сбрасывается ежегодно 2500 м³ стоков [5]. Необходимо учитывать, что процесс образования плодородного слоя почвы длится веками, а уничтожить ее можно мгновенно. Необходимо учитывать, что на площади, на которой располагался завод, длительное время ничего не растет, что необходимо учитывать при выборе площадки под строительство. Располагать площадку следует на землях, не пригодных для сельского хозяйства, стремиться сохранять зеленые насаждения. Помимо потерь плодородной земли наблюдается интенсивное загрязнение окружающей среды.

В процессе производства строительных материалов на предприятиях дорожного строительства выделяется значительное количество пыли, дыма, отходов производства. Особенно это относится к асфальтобетонным заводам. Начиная с последнего десятилетия XX века до наших дней количество пыли в атмосфере увеличилось в 20 раз. Это пыль от производства цемента, пыль металлургических заводов, химических предприятий и др. Эта пыль выпадает на землю в виде осадков (так называемые «кислотные» дожди). Только США ежегодно выбрасывают в атмосферу 152 млн. т вредных дымов [3].

Наиболее простым методом борьбы с загрязнением ранее являлось сооружение на промышленных предприятиях высоких труб. Самая высокая труба в мире (более 400 метров) сооружена на медно-никелевом комбинате в канадском городе Садбери (Sudbury). Однако это только увеличило площадь распространения выбросов. Например, трубы Змиевской ТЭС имеющие высоту более 200 м, выбрасывают твердые частицы вместе с дымом на расстояние более

50 км. Поэтому необходимо совершенствовать безпыльные и бездымные технологии производства строительных материалов на АБЗ, ЦБЗ и КДЗ. Наиболее распространенным способом временного складирования твердых промышленных отходов в мире является их размещение в оврагах, балках и местах, неудобных для землепользования. В дальнейшем такие земли после рекультивации можно будет использовать для сельскохозяйственных работ.

2.2 Рекультивация земельной территории в период работы предприятия и после его перемещения

Перед разработкой карьеров каменных материалов и других предприятий проводятся вскрышные работы, т.е. снимается слой грунта, находящегося над скальным массивом, который будет разрабатываться. При проведении вскрышных работ необходимо снять растительный слой и складировать его отдельно от всей массы вскрыши. Необходимо как можно более эффективно использовать снимаемый верхний слой. Вскрышные породы без растительного (гумусированного) слоя можно использовать, например, для отсыпки земляного полотна дорог. После выработки карьера его пространство необходимо рекультивировать, т.е. засыпать растительным грунтом, планировать или использовать в качестве искусственного водоема (последнее характерно для песчаных карьеров). Рекультивация также необходима после перебазирования промышленных предприятий.

Рекультивация стала необходима с расширением добычи полезных ископаемых открытым способом. Эта необходимость возрастает с увеличением глубины разрабатываемых карьеров. Проблема рекультивации земель особенно актуальна для Украины с ее плодородными землями. Однако стоимость таких работ весьма высока: рекультивация 1 га земель стоит более 50 тыс. грн. [5].

2.3 Основные технико-экономические показатели работы предприятий (ТЭП)

ТЭП предприятий делят на: основные и дополнительные.

К основным относятся:

- себестоимость единицы продукции;
- удельные капитальные вложения;

- прибыль предприятия;
- рентабельность предприятия;
- срок окупаемости капитальных вложений;
- трудоемкость изготовления единицы продукции;
- годовая выработка продукции на одного работника;
- сменность оборудования и др.

К дополнительным показателям, учитывающим особенности производства относятся:

- среднегодовые (удельные) показатели расхода электроэнергии, сжатого воздуха, пара, воды, и др. ресурсов на единицу продукции;
- среднегодовой объем продукции с 1 м² производственной площади;
- показатель металлоемкости технологического оборудования на единицу продукции.

Себестоимость продукции (С) – это выраженные в денежной форме затраты предприятия на производство продукции. Себестоимость включает в себя прямые затраты (стоимость материалов, зарплата, затраты на эксплуатацию машин и др.), накладные расходы на управление, бытовое обслуживание.

Удельные капитальные вложения (К_{уд}) определяют по формуле:

$$K_{уд} = \frac{\Phi_0}{M_{год}}, \text{ грн/т(м}^3\text{)} \quad (2.2)$$

где Φ_0 – стоимость основных промышленно-производственных фондов;

$M_{год}$ – годовая мощность предприятия.

Прибыль предприятия (П) – это разность между оптовой ценой продукции и ее себестоимостью (С). В оптовую цену входят себестоимость, плановые накопления и др. Прибыль не дает возможность сравнивать деятельность различных предприятий. Для этого существует показатель рентабельности (R) – отношения прибыли к себестоимости продукции, в процентах:

$$R = \frac{П}{С} \cdot 100, \% \quad (2,3)$$

Срок окупаемости капитальных вложений показывает, через сколько лет за счет прибыли предприятия будет возмещен (окупится) весь объем капитальных вложений (К):

$$T_{ок} = \frac{K}{\Pi}, \text{ лет} \quad (2.4)$$

Показатель трудоемкости изготовления единицы продукции ($T_{ед}^{пр}$) определяют по формуле:

$$T_{ед}^{пр} = \frac{P_{см} \cdot T_{пф} \cdot n_{см} \cdot t_{см}}{M_{год}}, \text{ ч} \cdot \text{час}/\text{м}^3 \quad (2.5)$$

где $P_{см}$ – число работающих, занятых в одной смене;

$T_{пф}$ – плановый фонд времени в году, равен разности между режимным фондом времени (без праздничных, выходных и предпраздничных часов) и временем на ремонт и техническое обслуживание машины и механизмов;

$n_{см}$ – число смен в сутки;

$t_{см}$ – продолжительность смены, час.

Годовую выработку продукции, приходящуюся на одного работающего на основном производстве ($g_{год}^{пр}$) определяют из отношения:

$$g_{год}^{пр} = \frac{M_{год}}{P_{ср.год}}, \text{ т}(\text{м}^3)/\text{чел} \quad (2.6)$$

где $P_{ср.год}$ – среднегодовая численность работающих на основном производстве.

Среднегодовой расход электроэнергии при изготовлении единицы продукции ($g_{ср.год}^{эл}$) рассчитывается по формуле:

$$g_{ср.год}^{эл} = \frac{Q_{год}^{эл}}{M_{год}}, \text{ кВт} \cdot \text{т}/\text{т}(\text{м}^3) \quad (2.7)$$

где $Q_{год}^{эл}$ – годовая потребность предприятия в электроэнергии.

Среднегодовой объем продукции с 1 м^2 производственной площади цеха или предприятия ($g_{\text{ср.год}}^S$) определяется по формуле:

$$g_{\text{ср.год}}^S = \frac{M_{\text{год}}}{S_{\text{цеха}}}, \text{ т(м}^3\text{)/м}^2 \quad (2.8)$$

Показатель металлоемкости технологического оборудования на единицу продукции ($M_{\text{ед}}^{\text{тех.об}}$) рассчитывается из отношения:

$$M_{\text{ед}}^{\text{тех.об}} = \sum_{i=1}^n V_{\text{тех.об}} / M_{\text{год}}, \text{ кг/т(м}^3\text{)} \quad (2.9)$$

где $V_{\text{тех.об}}$ – вес отдельных видов технологического оборудования, установленного в цехах предприятия, кг.

Сменность оборудования зависит от увязки работы производственных предприятий и специализированных потоков. Основное оборудование предприятий должно выбираться с учетом скорости потока. При разработке проектов предприятий исходными данными являются скорость потока, следовательно объем потребляемых при этом материалов. На основании этого выбирается мощность машин.

РАЗДЕЛ 3

КЛАССИФИКАЦИЯ БАЗ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА БАЗАХ

3.1 Классификация органических вяжущих и их применение в дорожном строительстве

В дорожном строительстве в настоящее время [6] используют следующие виды битумных вяжущих:

- вязкие нефтяные битумы марок БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130, БНД 130/200;
- жидкие нефтяные битумы марок СГ 40/70, СГ 70/130, СГ 130/200, МГ 40/70, МГ 70/130, МГ 130/200, МГО 40/70, МГО 70/130, МГО 130/200;
- битумополимерные вяжущие марок БМП 40/60-56; БМП 60/90-52; БМП 90/130-49; БМП 130/200-47
- эмульсии на битумной основе марок ЭК-Б; ЭКМ-Б; ЭК-С; ЭКМ-С; ЭК-М; ЭКМ-М; ЭА-Б; ЭАМ-Б; ЭА-С; ЭАМ-С; ЭА-М; ЭАМ-М.

В обозначении марки вязких битумов числа означают диапазон глубины проникания иглы пенетрометра при температуре +25°C; в маркировании жидких битумов числа обозначают диапазон времени истечения 50 мл битума сквозь калиброванное отверстие диаметром 5мм стандартного пенетрометра при температуре +60 °С.

3.2 Назначение и классификация баз органических вяжущих материалов

Базы предназначены для:

- приема, хранения и выдачи вяжущих потребителю;
- производства битумов в локальных окислительных установках;
- производства жидких битумов и эмульсий.

Их классифицируют по двум признакам:

- А. По продолжительности работы на одном месте они могут быть временного (инвентарного) типа или постоянного (стационарного) типа.

Б. По месту расположения базы бывают приобъектные (притрассовые), прирельсовые (при доставке органических вяжущих по железной дороге), прибрежные.

Прибрежные или прирельсовые базы часто служат перевалочным пунктом для поступающего вяжущего. После хранения, вяжущее передается на приобъектные базы или АБЗ.

3.3 Технологические процессы на базах

К основным технологическим операциям, осуществляемым на битумных базах относят:

- разгрузка вяжущих из транспортных средств;
- хранение вяжущих, защита их от попадания воды, мусора;
- подогрев вяжущих (при необходимости) до текучего состояния и перекачка в битумоплавильные установки (возможны другие установки, в которых вяжущее доводится до соответствующего рабочего состояния);
- выдача вяжущего потребителю.

Если база снабжает органическим вяжущим объекты, находящиеся на расстоянии не более 30 км, то целесообразно непосредственно на базе организовать весь цикл подготовки вяжущего с обезвоживанием и нагревом до рабочей температуры. При этом качество вяжущего улучшается за счет того, что постоянные базы оснащаются более производительным оборудованием и сооружениями капитального типа. В этом случае прирельсовая база выполняет функции и приобъектной базы.

При большем, чем 30 км расстоянии необходимо создавать две базы – прирельсовую и приобъектную.

В зависимости от вида вяжущего и назначения, его температура и время нагрева строго нормируются.

3.3.1 Доставка вяжущих, разгрузка

Поставка органических вяжущих осуществляется железнодорожным (при дальности транспортирования свыше 100 км) или автомобильным транспортом. В зависимости от вязкости вяжущих для их транспортирования могут использоваться [7÷9]:

- крытые железнодорожные вагоны и платформы – при транспортировке твердых битумов (например, строительных) и каменноугольного пека (такой вид перевозок осуществляют преимущественно в холодное время года);

- железнодорожные цистерны (рис. 3.1) или бункерные полувагоны, в которых перевозят органические вяжущие (битумы, дегти, гудроны, смолы и т.д.) в разогретом до жидкого состояния (в основном используют цистерны-термосы грузоподъемностью 50 т, 60 т, 80 т или бункерные полувагоны грузоподъемностью 40÷60 т, состоящие из 4÷6 секций);

- автобитумовозы и автогудронаторы (рис. 3.2).

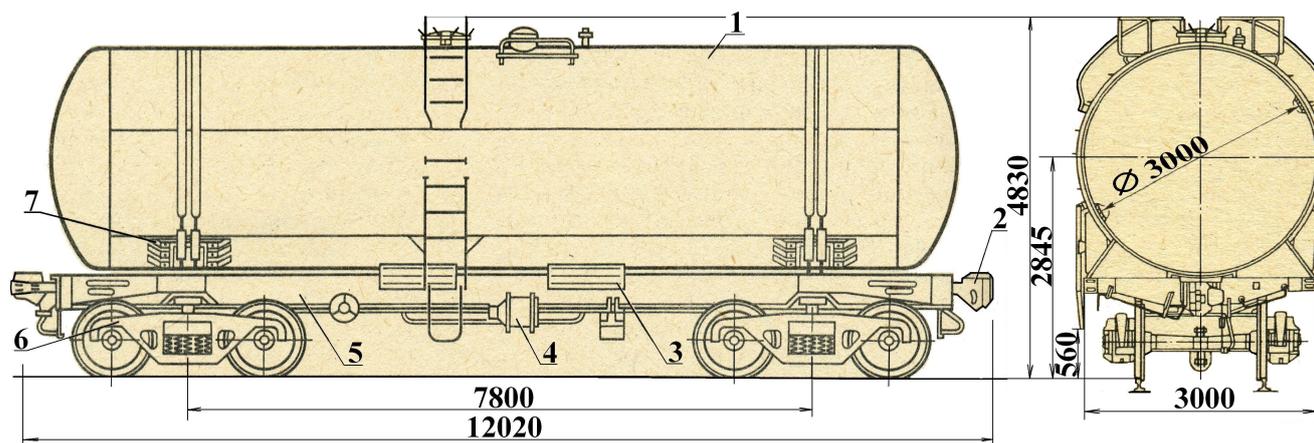


Рис. 3.1. Цистерна для транспортирования битума: 1 – котел; 2 – автосцепляющее устройство; 3 – средние опоры; 4 – тормозное оборудование; 5 - рама; 6 – ходовые части; 7 – концевые опоры

Перевозка битума в железнодорожных цистернах. Бункерные цистерны бывают видов:

- с термоизоляцией;
- с термоизоляцией и внутренним подогревом;
- с термоизоляцией, внутренним подогревом и перфорированными трубками;
- с термоизоляцией и внешним подогревом.



Рис. 3.2. Автогудронаторы (*а* – смонтированный на самосвале; *б* – базовый) и автобитумовоз (*в*)

Внутренний подогрев осуществляют паром, пропускаемым по системе змеевиков, расположенных внутри цистерны. Битум в таких цистернах (с термоизоляцией и внутренним подогревом) можно транспортировать на любые расстояния в любое время года.

Цистерны с перфорированными трубками также предназначены для транспортирования битума в любое время года на любые расстояния. Обычные цистерны, оборудованные четырьмя трубками, в которых имеются отверстия диаметром 6 мм, расположенные в шахматном порядке. Через эти отверстия непосредственно в цистерну с битумом подают «острый» пар. Это является не лучшим вариантом обогрева.

Цистерны с теплоизоляцией предназначены для транспортирования битума в теплое время года на небольшие расстояния. Теплоизоляция (например, из стекловаты) позволяет сохранять в цистерне температуру вязущего около + 100 °С в течение 10 суток при температуре наружного воздуха до – 10 °С.

Кроме перечисленных разновидностей железнодорожных цистерн для транспортирования битума в последнее время стали применять цистерны с теплоизоляцией и паровой рубашкой в нижней части цистерны. Площадь паровой рубашки 40 м².

Перевозка запакованного битума в товарных вагонах. Вязкий битум марки БНД 40/60, разогретый до температуры 140÷150 °С, заливают в крафт-мешки, помещённые в специальные формы (рис. 3.3). Остывшие, до температуры окружающей среды, тюки загружают в крытые товарные вагоны и транспортируют на любое расстояние в течение холодного сезона (конец осени, зима, начало весны).



Рис. 3.3. Расфасовка горячего битума в крафт-мешки: 1 – фасовочная горловина; 2 – битум; 3 крафт-мешок; 4 – картонная форма

Перевозка битума в автобитумовозах и автогудронаторах. Для перевозки органических вяжущих в жидком состоянии на расстояние менее 300 км часто используют автотранспорт. Для этого применяют автогудронаторы с цистернами емкостью 3,5, 5 и 7 т или битумовозы грузоподъемностью 7, 14, 22, 40 т. В Европе более 70% битума перевозят автотранспортом. Для перевозки разогретого битума в основном используют битумовозы. Автогудронаторы в основном применяют не для перевозки, а для равномерного распределения битума по поверхности (например, при поверхностной обработке).

У битумовозов внутри цистерн установлены две жаровые трубы, по которым проходят горячие газы, получаемые при сжигании топлива в горелке. При перевозке битума интенсивность его охлаждения составляет 3 град/час. Скорость нагрева при работе горелки и начальной температуре битума 70 °С составляет 10 град/час. Установленный на битумовозе битумный насос позволяет перекачивать битум, минуя цистерну; выгружать из цистерны горячий битум; загружать его в цистерну из хранилищ, инвентарных емкостей и т.д.

Разгрузка битума. По существующим нормам МПС время разгрузки одной цистерны не должно быть более 2 часов. При этом на ее дне слой оставшегося вяжущего не должен превышать 1 см.

Температура вяжущих при их разгрузке из транспортных средств должна соответствовать нормативным требованиям, представленным в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Температура вяжущих при их разгрузке

Наименование вяжущего	Температура вяжущих при их разгрузке, °С
Нефтяные вязкие битумы	80÷100
Сланцевые вязкие битумы	80÷90
Битумы жидкие	30÷50

Если по прибытии на место разгрузки температура вяжущего ниже указанной, то его необходимо подогреть до температуры текучести. Для разогрева битума в цистернах при сливе в битумохранилище используют передвижные парообразователи типа ДС-19 (Д-563). Его технические характеристики приведены в таблице 3.2. Расход пара при сливе битума представлен в таблице 3.3.

Таблица 3.2

Технические характеристики парообразователя ДС-19 (Д-563)

Наименование характеристики	Ед.изм.	Показатель
Производительность (при давлении пара 10 атм)	кг/час	750
Расход топлива	кг/1 кг пара	0,08
Ёмкость топливного бака	л	320
Масса	кг	2400

Таблица 3.3

Средние показатели расхода пара при сливе битума

Время года	Вязкий битум		Жидкий битум, мазут	
	Продолжительность слива, час	Расход пара при сливе, кг/час	Продолжительность слива, час	Расход пара при сливе, кг/час
Весна, лето	2÷3	до 90	менее 1	без подогрева
Осень, зима	3÷4	до 130	около 1	до 40÷60

Из железнодорожных цистерн битум сливают через специальное сливное отверстие – клапан, расположенный в днище. К нему прикрепляют отводной шланг или сливают непосредственно по лотку в хранилище. Лоток устанавливают под рельсами между шпалами с уклоном более 1 ° к хранилищу. Битум также можно перекачивать в хранилище из железнодорожной цистерны с помощью насосно-перекачивающей установки.

3.3.2 Хранение вяжущих и нагрев до технологических температур. Разновидности битумоплавильных агрегатов

На базах органические вяжущие хранят в битумохранилищах (рис. 3.4 и 3.5) [10]. Наиболее распространёнными являются крупные постоянные (стационарные) хранилища вяжущих емкостью 500 т, 1000 т и более. Это котлованы, стенки которых изготовлены из бетона. В настоящее время битумные базы оборудуют битумохранилищами закрытого типа (рис. 3.4 и 3.5), в которые не могут попасть как атмосферные, так и грунтовые воды. Попадание воды в битумохранилище приводит к снижению производительности битумной базы. Это объясняется тем, что применять можно только битум, в котором нет воды, что приводит к необходимости прогрева битума для его обезвоживания. Кроме того, для нагрева 1 т обводненного битума от 10 °С до 160 °С необходимо 67,5 тыс. ккал тепла, а для нагрева битума, содержащего 5 % воды – 101 тыс. ккал. При этом рабочая емкость котлов для нагрева битума используется только на 60-70 % из-за вспенивания битума.

При нагреве битума в битумоплавильных котлах 1 % влаги, содержащийся в битуме, увеличивает расход энергии и время подготовки битума на 20 %.

Недостаток битумоплавильных агрегатов непрерывного действия – их малая производительность при подготовке обводненного битума, достоинство – в отсутствии элементов, работающих под давлением. В трубчатом нагревателе процесс нагрева битума идет непрерывно. Сырой битум непрерывно перекачивают по змеевику, расположенному по периферии зоны горения. Битум нагревают до рабочей температуры, вода в битуме переходит в пар, давление возрастает до 0,5÷0,6 МПа. Далее поступает в подогреваемую расходную емкость через центробежный пароотделитель. Недостаток битумонагревателя – система работает при повышенном давлении, достоинство – высокая производительность. Битум целесообразно перекачивать по трубам при температуре 80÷90 °С, так как при более высокой температуре в первую очередь перекачиваются пары воды, а не битум.

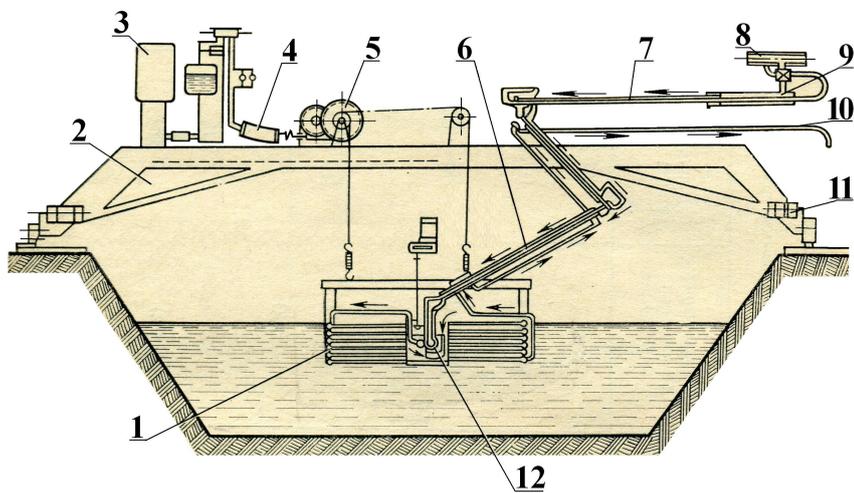


Рис. 3.4. Битумохранилище с местным подогревом: 1 – нагреватель; 2 – кран-балка на рельсах; 3 – пульт управления; 4 – гидропривод механизма подъёма; 5 – механизм подъёма разогревателя; 6 – обогреваемый трехшарнирный битумопровод; 7 – паробитумопровод; 8 – магистральный битумопровод; 9 – гибкий металлорукав; 10 – линия отвода конденсата; 11 – гидропривод механизма перемещения; 12 – насосная установка

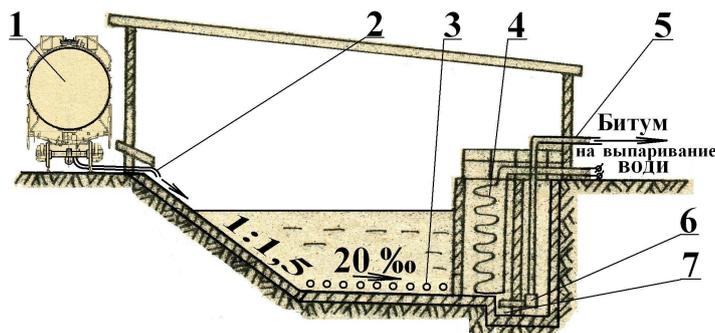


Рис. 3.5. Битумохранилище с донным трубопроводным подогревом и электрическим подогревом в прямке: 1 – железнодорожная цистерна с битумом; 2 – трубопровод для выкачки битума с железнодорожной цистерны; 3 – трубопровод газового, парового или жидкостного подогрева; 4 – электрический нагреватель битума в прямке; 5 – битумопровод; 6 – битумный насос; 7 – прямок.

При паровом общем нагреве 3 (рис. 3.5) битума в хранилище температура пара равна $270 \div 320$ °С. Такой относительно небольшой перепад температур между паром и битумом позволяет обеспечить мягкий режим нагрева битума и его свойства не ухудшаются. Но для такого нагрева требуется большая величина площади нагрева. Электрические нагреватели 4 (рис. 3.5) применяют только для поддержания температуры битума.

После нагрева битум стекает по наклонному дну хранилища к месту отбора – в приямок 7 (рис. 3.5), представляющий собой отдельную камеру, устроенную чаще у одной из сторон хранилища или в центре хранилища. В приямке происходит более интенсивный нагрев битума до температуры 90 °С с помощью змеевиков, по которым пропускается пар. Разогретый битум из приямка перекачивается потребителю в транспортные средства.

Виды подогрева:

А. Местный подогрев 1 (рис. 3.4) состоит из системы кольцевых труб парового подогрева и насоса в центре этой системы, которые поднимаются и опускаются в соответствии с уровнем битума в битумохранилище.

Его достоинства:

- экономичный местный подогрев и выкачивание необходимого количества битума в необходимом месте;
- мобильность нагревателя, насоса и всей транспортной системы битума;
- возможность автоматизации процессов нагрева и транспортирования битума.

Его недостатки:

- большая стоимость оборудования;
- сложность сборки, монтажа и ремонта нагревательного и транспортного оборудования;
- металлоёмкость конструкции.

Б. Донный подогрев (рис. 3.4) неэкономичный, так как разогревается вся масса битума, расположенная у дна хранилища. Для осмотра и ремонта системы требуется выбрать из хранилища весь битум. Для увеличения живучести системы она состоит из нескольких самостоятельных систем труб. При выходе из строя одной части нагревательной системы другие могут обеспечить работу битумохранилища.

В. При газовом нагреве битум в донной части хранилища разогревают с помощью системы труб, диаметром 150-200мм, по которым проходят горячие дымовые газы, получаемые при сжигании топлива в топке.

Для подогрева вязущих в битумохранилище и приямках такой способ подогрева применяется редко.

Его достоинства:

- для получения горячих газов можно использовать любой вид топлива;
- чаще всего используют горячие газы, получаемые в битумоплавильных агрегатах, т.е. используются побочные продукты производства.

К недостаткам можно отнести:

- высокую температуру газов (до 500 °С и более), что приводит к перегреву слоя битума, находящегося рядом с жаровыми трубами и коксованию битума на поверхности труб, что затрудняет теплообменные процессы, и ведет к неравномерному распределению температуры по длине трубы;
- возможность воспламенения битума, особенно в случае неисправности системы труб.

Г. Косвенный обогрев с помощью жидких теплоносителей.

Способ широко применяют за рубежом и мало используют в нашей стране. При этом способе подогретую в специальных устройствах теплоносящую жидкость и подают её по трубам, уложенным у дна хранилища, и таким образом вяжущее разогревают. Такие жидкие теплоносители, нагреваемые до высоких температур при атмосферном давлении, должны иметь высокую температуру кипения, быть взрыво- и пожаробезопасными, не замерзать при отрицательных температурах.

В качестве жидких теплоносителей применяют минеральные масла (компрессорное, трансформаторное), глицерин, промышленное масло И-20. Температура их кипения около 250 °С. Чаще всего у нас в стране используют веретенное масло и глицерин.

Достоинства такого нагрева вяжущих:

- отсутствие перегрева и коксования;
- системы подогрева работают при нормальном давлении.

Для предварительного подогрева битума может быть использована горячая вода.

Недостатки этого способа нагрева:

- необходимы специальные установки для нагрева жидкостей;
- токсичность некоторых жидкостей;
- необходимость полного обезвоживания жидкостей.

Д. При электроразогреве вяжущих на дне хранилища и приямка располагают электронагреватели. Электронагреватель днища состоит из нагревательных элементов, изготовленных из стальной проволоки диаметром 5 мм, навитой на асбоцементные трубы.

Эти элементы укладывают в ниши на полу битумохранилища. Нагреватель днища разбит на четыре самостоятельные электрические зоны. Рабочая температура вяжущих у дна хранилища +60 °С, в приямке +90 °С. Мощность системы – 132 кВт – в хранилище, 50 кВт – в приямке.

Е. Огневой подогрев (капельница). В битумохранилищах с общим подогревом подогревательные устройства выполняют в виде донных теплообменников. Битум нагревается теплообменниками и стекает по наклонному дну хранилища к месту отбора, где происходит нагрев вяжущего до текучего состояния. В связи с тем, что осмотр и ремонт донных теплообменников возможны только при пустом хранилище, нагревательные устройства состоят из нескольких самостоятельных частей. Это позволяет разогреть битум даже при выходе из строя какой-либо части системы.

К недостаткам донных теплообменников относят:

- большую металлоемкость;
- трудность перебазирования оборудования;
- неоправданно большой расход тепла;
- сложность ремонта.

Учитывая эти недостатки, были разработаны системы местного обогрева с помощью нагревательно-перекачивающих агрегатов (Д-592, Д-592-2 и ДС-90). В таких хранилищах вяжущее нагревают в небольшом объеме в зоне действия нагревательного устройства. Агрегаты местного подогрева передвигаются по рельсовым путям на самоходной тележке, имеющей форму козлового крана. Тележка перекрывает пролет 10 м, скорость ее движения 0,22 м/сек. Тележка передвигается вдоль всего хранилища с приподнятым над поверхностью битума нагревателем. Нагреватель состоит из пакета металлических трубок, по которым циркулирует теплоноситель. Внутри пакета расположен битумный насос, забирающий разогретый битум и подающий его по трубам за пределы битумохранилища. Нагреватель может менять свое положение по высоте.

Широко распространены передвижные хранилища в виде металлических цистерн, оборудованных системой подогрева битума. Такие цистерны входят в комплект серийного оборудования для асфальтобетонных заводов. Емкость таких цистерн до 30 м³, они оборудованы паровым или электрообогревом. Предназначены они для хранения битума, нагретого до текучего, или рабочего состояния.

За рубежом в основном не хранят битум в крупных битумохранилищах, а используют металлические цистерны, расположенные как горизонтально, так и вертикально. Подогрев битума в них осуществляют огневым, электрическим, жидкостным или комбинированным способом. Цистерны с электроподогревом применяют для хранения битума, а с другими видами обогрева – для хранения и для нагрева битума до рабочей температуры.

На асфальтосмесительных установках типа «Тельтомат» применяют горизонтальные цистерны вместимостью 75 м³ с жидкостным обогревом битума со скоростью нагрева 12 °С в час. В США также применяют цистерны с жидкостным подогревом или электроподогревом. Многие модели цистерн для хранения битума имеют почти квадратное сечение. Все снабжены слоем теплоизоляции толщиной 100 мм, чаще всего из шлаковаты. Отдельные модели предназначены не только для подогрева и хранения битума, но и для подачи разогретого теплоносителя в систему битумопроводов на АБЗ и для их подогрева.

Так как на базу поступают органические вяжущие различных марок, а смешивать их нельзя, то хранилище устраивают из нескольких изолированных друг от друга секций, совершенно одинаковых по конструкции. Емкость таких секций различна: 250 т, 500 т, 1000 т.

Стенки хранилища изготавливают, как правило, с откосами 1:1,5 (рис. 3.4), иногда устраивают вертикально. Крепление стенок и дна устраивают чаще всего из сборного или монолитного железобетона с тщательной заделкой швов. Бывают и другие виды креплений, например из кирпича, глиняной обмазки с добавкой 10 % извести. Глубина хранилища зависит от уровня грунтовых вод и как правило не превышает 4÷5 м.

Температура +80÷90 °С при которой битум переходит в жидкое состояние и с помощью насосов может транспортироваться по территории базы по трубам, недостаточна для того, чтобы можно было приготовить асфальтобетонную смесь. Эта температура слишком низкая для того, чтобы обеспечить вязкость 5 пуаз в системе единиц измерения СГС или 0,5 П·с в системе единиц измерения СИ (табл. 3.4), при которой битум качественно обволакивает минеральные материалы и создает на их поверхности сплошную пленку. Поэтому битум необходимо подогреть до рабочей температуры в специальных котлах, которая указана в таблице 3.5.

Таблица 3.4

Динамическая вязкость жидкостей при различных температурах

Наименование жидкости	Динамическая вязкость в Пуаз (Па·с) при температуре в °С	
	20	160 (рабочая)
Вода	0,01 (0,001)	0,0017 (0,00017)
Битум БНД 60/90	10 ⁵ (10 ⁴)	5 (0,5)

Битум нагревают в специальных котлах – битумоплавильных агрегатах. Если в исходном битуме находится вода, то при нагреве до рабочей температуры вода испаряется, происходит обезвоживание битума. Процесс обезвоживания сопровождается, как правило, бурным пенообразованием. При этом могут быть «выбросы» битума из котла, а если битум попадет в топку котла, то может возникнуть пожар.

Таблица 3.5

Рабочая температура нагрева для различных битумов

Марки битума	Рабочая температура, °С
БНД 40/60, 60/90	140 – 160
БНД 90/130	130 – 150
БНД 130/200	120 – 130
МГ 40/70, СГ 40/70	80 – 100
МГ 130/200, СГ 130/200	100 – 120

Методы борьбы с пенообразованием:

- регулируемый нагрев (при этом постоянно контролируется интенсивность подъема температуры);
- введение пеногасителей, типа СКТН-1 (полисилоксановый каучук – достаточно 5 капель на 10 т битума).

Битумоплавильные агрегаты классифицируют на:

- А. Стационарные
- Б. Передвижные
- В. Периодического действия
- Г. Непрерывного действия

Характеристики и маркировка типовых битумоплавильных агрегатов представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6

Характеристика битумоплавильных установок

№	Показатель	Д-335-1	Д-506	Д-618	Д-649	ДС-91

пп			(ДС-17)			
1	Производительность, Т/ч, (влажность битума 5%)	0,6	3,0	6,0	10,0	16,5
2	Рабочая емкость, л	6000	6000-8500	6000	30000	30000
3	Тип битумоплавильного агрегата	Периодич. действия	Непрерывного действия			
4	Расход топлива, кг/ч	До 30	52	65	95	150
5	Мощность электродвигателей, кВт	11,6	10,1	20,5	20,5	35,9

Битумоплавильная установка Д-335-1 состоит из нескольких котлов, каждый из которых установлен на салазках, что позволяет легко их транспортировать. Топка котла также установлена на салазках. Внутри котла установлены 2 П-образные жаровые трубы. В качестве топлива можно использовать газ или жидкое топливо. Обеспечена циркуляция битума внутри котла и между котлами. В этой установке осуществляется прямой газовый обогрев битума, который имеет ряд недостатков, в том числе перегрев битума около жаровых труб.

Битумоплавильная Д-335-1 периодического действия, поэтому время нагрева в ней битума до рабочей температуры 10÷11 часов (в зависимости от содержания в нем воды).

В последнее время стали широко применять битумоплавильные агрегаты непрерывного действия.

Нагреватель битума Д-506 (ДС-17) предназначен для непрерывного выпаривания битума, нагревания его до рабочей температуры и непрерывной или периодической выдачи материала потребителю. Он может работать и в периодическом режиме при влажности битума более 9 %. Котел представляет собой цилиндрическую емкость со слоем теплоизоляции из минеральной ваты или войлока. Внутри котла приварены две П-образные жаровые трубы. В верхней части котла перегородкой отделена испарительная камера. В испарительной камере расположен циклонный пароотделитель, соединенный трубопроводом с выходным патрубком теплообменника. Вначале котел до 0,5 своего объема наполняется битумом из битумохранилища, который нагревается до рабочей температуры. Этот горячий битум поступает в теплообменник, куда одновременно по-

ступает и битум из битумохранилища (обводненный). Вода испаряется и пар удаляется через пароотделитель, а обезвоженный битум поступает в испарительную камеру. В испарительной камере битум растекается по дну тонким слоем и из него испаряют остатки воды. Обезвоженный битум через отверстия в днище испарительной камеры попадает в основную емкость битумоплавильного агрегата.

Установка для нагрева битума в подвижном слое. Принцип действия таких установок заключается в том, что обводненный битум стекает тонким слоем по лоткам, в которые вмонтированы нагревательные элементы. В процессе подогрева такого битума он обезвоживается и нагревается до рабочей температуры. Нагреватели представлены обычно электрическими нагревательными элементами. Температура нагрева лотков составляет 230...280°C. Слой битума в лотках регулируется щелевым затвором, установленным в верхней емкости. Из верхней емкости битум стекает в нижнюю емкость. Рабочую температуру битума в нижней емкости в случае необходимости поддерживают при помощи закрытого нагревательного элемента. Битум в такой установке нагревается до рабочей температуры за 20÷30 минут.

3.3.3 Транспортирование вязущих по территории базы

Для внутризаводского (внутрибазового) транспортирования вязущих применяют коммуникации из труб диаметром 60÷90 мм. Например труба диаметром 76 мм способна обеспечить объем транспортирования 25 т/час; труба 90 мм – 50÷100 т/ч; труба 114 мм – до 200 т/ч. Трубопроводы часто устраивают с внутренним или внешним подогревом для того, чтобы можно было транспортировать битум как в теплое, так и в холодное время года. В эксплуатации более удобен внешний обогрев (рис. 3.6). Для обогрева применяют пар, жидкий теплоноситель или электрообогрев. Наружный электрообогрев труб устраивают путем навивки проволочной спирали, расположенной между изоляцией из шнуrowого асбеста толщиной 2÷3 мм. Для защиты от влаги снаружи спираль покрывают рубероидом в два слоя. Для подогрева 100 п.м. битумных труб требуется мощность 15÷18 кВт.

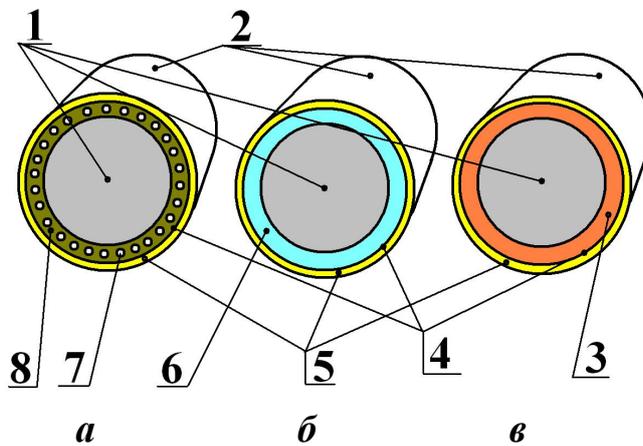
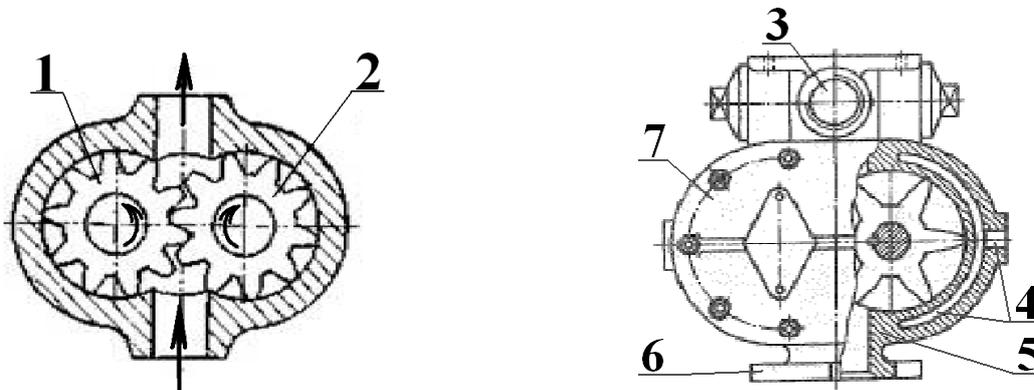


Рис. 3.6. Конструкции битумопроводов с электрообогревом (*а*), паровым обогревом (*б*) и масляным обогревом (*в*): 1 – битумопровод; 2 – металлическая изоляция из алюминиевой фольги; 3 – масляный теплоноситель; 4 – внешний защитный трубопровод (терморубашка); 5 – теплоизолятор; 6 – паровой теплоноситель; 7 – электрический нагреватель из нихромовой намотки; 8 – электрический изолятор.

Используют также стальной трубопровод, который может располагаться в закрытых траншеях (на стационарных базах) или на поверхности на опорах. Трубопроводу придают уклон до 20 ‰ в сторону подачи вяжущего. В пониженных местах в трубопроводе устраивают контрольные отверстия, которые закрывают пробками, для выпуска оставшегося в них битума.

Независимо от способа обогрева все трубопроводы для транспортирования вяжущих оборудованы теплоизоляцией.

Вяжущее по трубопроводам перекачивают с помощью битумных шестеренчатых насосов (рис. 3.7). Все насосы оборудуют термоизоляцией и обогревом. Марки и характеристики насосов, наиболее часто применяемые на производстве, приведены в таблице 3.7.



a***б***

Рис. 3.7. Конструкция (*a*) и внешний вид с разрезом (*б*) битумного шестерёнчатого насоса: 1 – ведущая шестерёнка; 2 – ведомая шестерёнка; 3 – отверстие выхода битума; 4 – отверстие и полость для подачи теплоносителя; 5 – корпус насоса; 6 – фланец входа битума; 7 – боковая крышка корпуса

Таблица 3.7

Характеристики битумных шестерёнчатых насосов

Показатель	Марка насоса			
	Д-171А	НБП-63	НБП-250	НБП-500
Производительность, м ³ /ч	3,2	3,75	15,0	30
Рабочее давление битума, кПа	600	688	688	688
Частота вращения вала, об/мин	300	350	460	415

РАЗДЕЛ 4

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕНЕРАЛЬНЫХ
ПЛАНОВ БАЗ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЯЖУЩИХ.
ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
НА БАЗАХ**

4.1 Агрегаты для производства окисленных и модифицированных битумов.

Технологическая схема подготовки битума (рис. 4.1), транспортирования и нагрева его до рабочей температуры может включать различные технологические элементы в зависимости от степени подготовленности и соответствия требованиям ДСТУ Б В.2.7-119:2011 [11], предъявляемым к битумам, используемым для производства асфальтобетонных смесей.

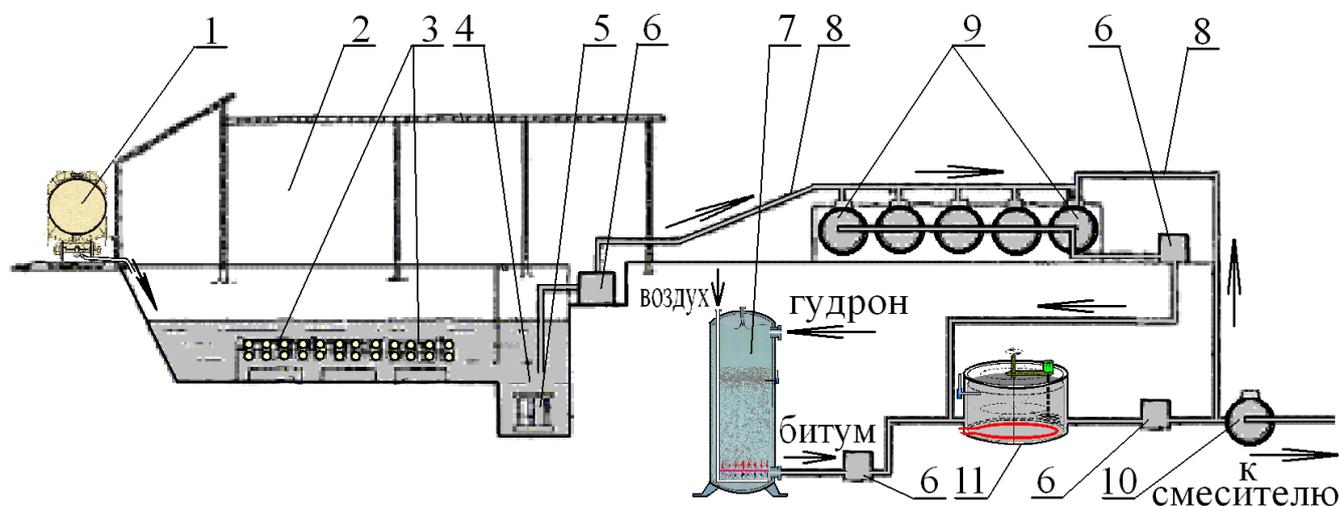


Рис. 4.1. Технологическая схема подготовки битума: 1 – железнодорожная цистерна; 2 – битумохранилище; 3 – система трубопроводов с тепло генем; 4 – приемок; 5 – электронагреватель; 6 – шестерёнчатые битумные насосы; 7 – колонна для переработки гудрона в битум методом окисления; 8 – битумопроводы; 9 – котлы для обезвоживания битума; 10 – рабочий котёл; 11 – смесительная установка планетарного типа

Дополнительными функциями битумных баз могут быть: получение вязких дорожных и строительных битумов методом окисления нефтяного гудрона в окислительных компрессорных установках колонного типа 7 (рис. 4.1 и 4.2а); производство жидких дорожных битумов и битумов, модифицированных полимерами, полученных методом смешивания в мешалке планетарного типа 10 (рис. 4.1 и 4.3б).

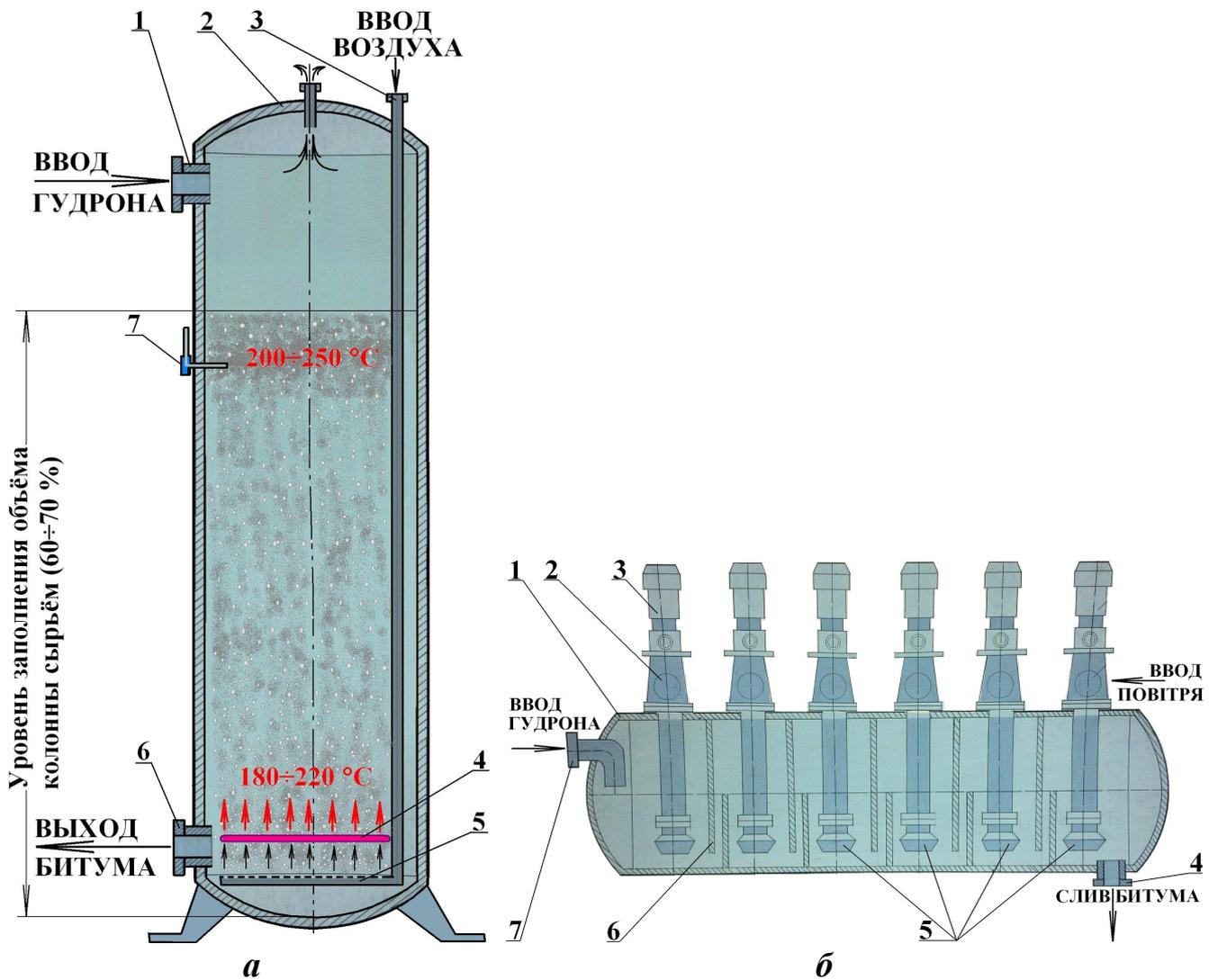


Рис. 4.2. Схема окислительных установок компрессорного колонного типа (а) и без компрессорного типа (б): 1а – патрубок введения гудрона; 2а – корпус колонны; 3а – патрубок введения воздуха; 4а – нагревательный элемент; 5а – маточник; 6а – патрубок слива окисленного битума; 7а – автоматический терморегулятор; 1б – корпус реактора; 2б – вариатор; 3б – электродвигатель; 4б – патрубок слива окисленного битума; 5б – диспергатор; 6б – гидравлик; 7б – патрубок введения гудрона.

В дорожно-строительных организациях широкое распространения получил метод получения битума из гудрона (или других нефтяных вяжущих) путем его окисления в локальных окислительных установках [12]. Наибольшее распространение получили два типа установок:

- компрессорные колонного типа;
- безкомпрессорные окислительные кубы.

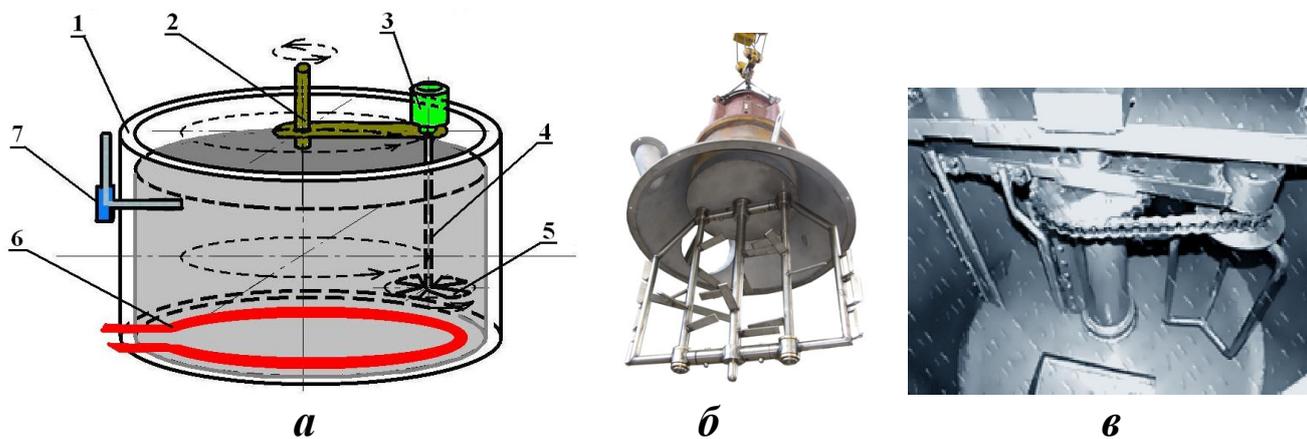


Рис. 4.3. Чертёж-схема мешалки планетарного типа (а), трёхвальной (б), одновальной (в): 1б – корпус мешалки; 2б – механизм перемещения мешалки; 3б – электродвигатель мешалки; 4б – вал мешалки; 5б – крыльчатка (винт) мешалки; 6б – нагревательный элемент

Битумные окислительные колонны (рис. 4.2а) применяются на нефтеперерабатывающих заводах и битумных базах. Технологический режим работы колонны предусматривает пропускание воздуха через нагретый ($200\div 230\text{ }^{\circ}\text{C}$) гудрон с расходом $1,4\text{ м}^3$ воздуха на 1 м^2 сечения колонны в минуту. Так как процесс окисления является экзотермической реакцией, т. е. с выделением тепла, то после заполнения объема на $2/3$ высоты реактора и нагрева гудрона до рабочей температуры, автоматическое поддержание температуры в колонне производят с учётом этой особенности. Время получения готового битума марки БНД 40/60 находится в диапазоне от 4 до 6 часов в зависимости от качества гудрона.

Последовательность технологических операций при компрессорном методе следующая:

- в колонну закачивают сырье при температуре $120\div 170\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- гудрон нагревают до температуры $200\div 210\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- через вертикальную трубу внутри колонны, к нижней части которой крепится «маточник» (горизонтальные трубы с большим количеством мелких отверстий), подают сжатый воздух ($0,4\div 0,5\text{ МПа}$), который интенсивно циркулирует (барботаж), поднимаясь к поверхности и контактируя с большим количеством компонентов битума, приводит к окислению битума, что характеризуется повышением его вязкости;

- после 1÷2 часов окисления, при увеличении температуры в колонне до 230 °С, нагрев уменьшают или совсем прекращают, в зависимости от интенсивности подъёма температуры (230÷240 °С – малый нагрев; >240 °С – прекращают нагрев);

- после 4÷6 часов окисления, готовый битум отбирают через нижнюю сливную трубу колонны (в критических ситуациях при очень интенсивном увеличении температуры >250 °С, для уменьшения интенсификации процесса и охлаждения продукта на колонну может подаваться вода);

- из полученного битума отбираются 3 пробы и определяются его основные свойства, по которым делают заключение о его марке и соответствии нормативным требованиям.

В процессе окисления битума может образовываться незначительное количество воды, испаряющейся при такой высокой температуре и незначительное количество двуокиси углерода. Окисление битума сопровождается реакцией поликонденсации, при которой наряду с выделением воды и CO_2 укрупняются молекулы углеводорода. Поликонденсация – процесс образования высокомолекулярных веществ за счет укрупнения молекул, но при этом выделяются простые соединения (вода, CO_2). Полимеризация – процесс укрупнения молекул, но при этом простые соединения не выделяются. При этом увеличивается содержание смол и асфальтенов, и уменьшается содержание масел. При температуре окисления выше 275 °С наблюдается интенсивное образование карбенов и карбоидов, что приводит к повышению хрупкости получаемого битума.

В основу безкомпрессорного способа получения битума положен эффект всасывания воздуха и его распыления в окисляемом продукте при помощи специального диспергатора – электродвигателя, который через пустотелый вал передает вращение специальной турбине. Обезвоженное и нагретое до температуры 170-180°С сырье подают в реактор. Реактор заполняют сырьем не на весь объем, а на 2/3 объема, после чего включают диспергаторы. Температура сырья в реакторе повышается за счет экзотермической реакции окисления. При достижении в реакторе температуры 240°С подают на поверхность сырья воду для охлаждения. Длительность окисления сырья составляет 3-8 и более часов, в зависимости от марки получаемого битума, свойств сырья и других факторов.

Для получения битумов модифицированных полимерами используют мешалку планетарного типа (рис. 4.3). Мешалки плане-

тарного типа могут так же использоваться на битумных базах для получения жидких битумов.

Процесс модификации дорожных битумов полимерами производят при высоких температурах и интенсивном перемешивании. Для чего следует использовать специальное оборудование, которое исключает образование водоворотов и всасывание через них воздуха в объём битумополимерной композиции в процессе её перемешивания. Это связано с тем, что кислород и высокая температура способствуют интенсивной термоокислительной деструкции полимера в составе битума, что, в свою очередь, может привести к получению битумополимерного вяжущего (БПВ) нестабильного качества. Исходя из этого, для производства битумов модифицированных полимерами используют только мешалки планетарного типа (рис. 4.3).

Основными требованиями к процессу перемешивания являются: гомогенность конечного продукта; не вовлечение воздуха в битумную массу. Это достигается конструкцией механизма, которая имитирует движение перемешивающего органа вокруг оси ёмкости для перемешивания подобно тому, как Земля движется вокруг Солнца и своей оси одновременно. Принципиальная конструкция мешалки планетарного типа не ограничивается одним рабочим перемешивающим органом, существуют мешалки с двумя и более перемешивающими элементами. Конструкции мешалок планетарного типу имеют некоторые отличия в конструктивных схемах (рис. 4.4), но объединяет их одна особенность – возможность получения гомогенной структуры БПВ без пузырьков воздуха.

В этой технологии смешивание битума с полимером производится с помощью одновальной, двухвальной или трёхвальной вертикальной мешалки, которая приводится в движение через планетарный механизм. Каждый вал мешалки оборудован специальной рамкой, которая обеспечивает получение гомогенной композиции без вовлечённых пузырьков воздуха. В такой мешалке весь объём композиции подвергается полному перемешиванию, что исключает наличие застойных зон.

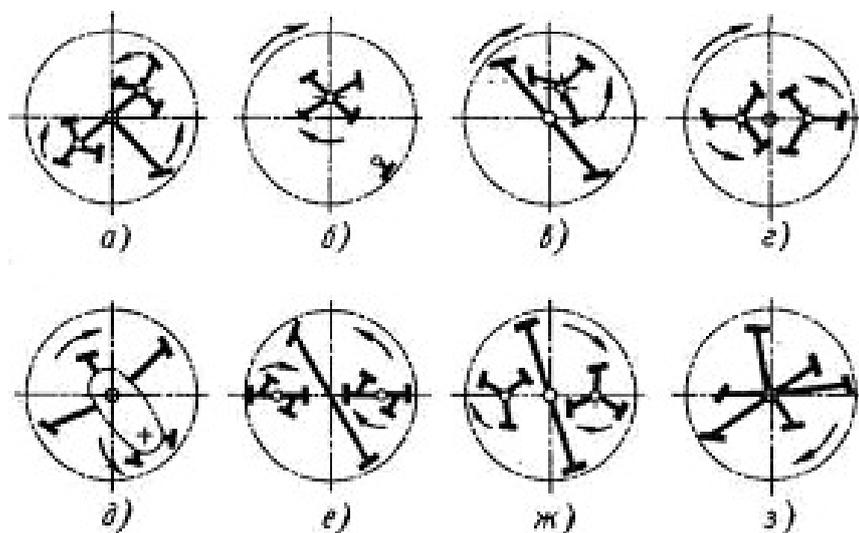


Рис. 4.4. Разновидности конструктивных схем мешалок планетарного типа

Перед началом смешивания с полимером, битум нагревают до температуры $175 \div 185$ °С при постоянном перемешивании. При достижении рабочей температуры битума, в него вводят полимер небольшими порциями и перемешивают 1 час.

Для снижения концентрации летучих углеводородов битума в рабочей зоне, мешалку планетарного типа оборудуют локальной вытяжной вентиляцией. Поддержка рабочей температуры в процессе приготовления БПВ осуществляется при помощи системы маслоподогрева и автоматического терморегулятора. Подача полимера в битум выполняется через щелевой дозатор со скоростью, исключающей образование оплавленных сгустков.

Используют битумополимерное вяжущее, как правило, сразу после процесса модификации. Хранение битумополимерного вяжущего тщательно контролируют, чтоб избежать расслоения.

4.2 Контроль технологических режимов изготовления вяжущих.

Существует три вида контроля:

- приёмочный – контроль качества вяжущего, который поступил на базу;
- операционный – контроль температурного режима приготовления вяжущего для отгрузки потребителю;

- приёмочный – контроль готовой продукции - температуры и свойств готового к отправке потребителю битума.

Качество нефтяного дорожного вязкого битума в соответствии с требованиями ДСТУ 4044-2001 [13] контролируют по следующим показателям:

- условная вязкость (глубина проникания иглы в битум при 25 °С) по численным показателям которой определяют марка битума (должна находиться в пределах $(40 \div 200) \cdot 10^{-4}$ м);
- температура размягчения, определяемая по «кольцу и шару» (должна находиться в пределах 39÷57 °С);
- растяжение битума (дуктильность) при 25 °С (должна быть не менее 45 см);
- растяжение битума (дуктильность) при 0 °С (должна быть не менее 3 см);
- изменение массы после прогрева (должна быть не более 1,2 %);
- остаточная пенетрация (глубина проникания иглы в битум при 25 °С) после прогрева (должна быть не менее 50 %);
- изменение температуры размягчения, определяемой по «кольцу и шару» после прогрева (должно быть не более 7,0 °С);
- температура хрупкости битума (должна быть не выше – 10 °С);
- температура вспышки битума определяемая в открытом тигле (должна быть не ниже 220 °С);
- сцепление с поверхностью стекла (должна быть не менее 13,0 %);
- растворимость в органическом растворителе (должна быть не менее 99,00 %).

Качество нефтяного дорожного жидкого битума в соответствии с требованиями ГОСТ 11955-82 [14] и СОУ 45.2-00018112-036:2009 [15] контролируют по следующим показателям:

- условная вязкость (время истечения 50 мл битума сквозь отверстие вискозиметра Ø 5 мм при температуре 60 °С) по численным показателям которой определяют марка битума (должна находиться в пределах 40÷200 с);
- содержание испарившегося разжижителя (должно быть не менее 5 % для марок СГ и МГ);
- температура размягчения остатка после испарения разжижителя (должна быть не ниже 28 °С для марок СГ и МГ);

- температура вспышки битума, определяемая в открытом тигле (должна быть не ниже 45 °С);
- испытания на сцепление с мрамором или песком (должен выдерживать в соответствии с образцом № 2 по требованию ГОСТ 11508).

Качество дорожного битума, модифицированного полимерами в соответствии с требованиями ДСТУ Б В.2.7-135:2007 [16] контролируют по следующим показателям:

- однородность (не должно быть сгустков и крошек полимера на стеклянной палочке);
- условная вязкость (глубина проникания иглы в битум при 25 °С) по численным показателям которой определяется марка битума (должна находиться в пределах $(40 \div 200) \cdot 10^{-4}$ м);
- температура размягчения, определённая по «кольцу и шару», численные показатели которой, так же входят в численный индекс марки битума, (должна быть не ниже 47 °С);
- растяжение битума (дуктильность) при 25 °С (должна быть не менее 25 см);
- растяжение битума (дуктильность) при 0 °С (должна быть не менее 4 см);
- эластичность при температуре 25 °С (должна быть не менее 50 %);
- температура хрупкости битума (должна быть не выше – 12 °С);
- температура вспышки битума, определённая в открытом тигле (должна быть не ниже 220 °С);
- изменение температуры размягчения, определённой по «кольцу и шару» после прогрева (должна быть не больше 7,0 °С);
- остаточная пенетрация (глубина проникания иглы в битум при 25 °С) после прогрева (должна быть не менее 50 %);
- сцепление с поверхностью щебня (должна быть не менее 5 баллов) или стекла (должна быть не менее 75 %);
- расслоение при хранении по разности температуры размягчения (должна быть не больше 12 °С);
- расслоение при хранении по разности пенетрации при температуре 25 °С (должна быть не больше $40 \cdot 10^{-4}$ м).

4.3 Нормативная база генеральных планов производственных предприятий дорожного строительства

Основа нормативной база генпланов представлена следующими документами:

- Генеральные планы промышленных предприятий. Нормы проектирования.- СНиП П-89-80 [17];
- ДСТУ Б А.2.4-6-95 (ГОСТ 21.508-93) Правила виконання робочої документації генеральних планів підприємств, споруд та житлово-цивільних об'єктів [18];
- ДСТУ Б А.2.4-2-95 (ГОСТ 21.204-93) Умовні графічні зображення і позначення елементів генеральних планів та транспорту [19].

4.4 Принципы проектирования генеральных планов баз органических вяжущих.

4.4.1 Состав комплекта чертежей и масштабы изображений

В состав чертежей генерального плана предприятия входят:

- горизонтальная планировка;
- организация рельефа;
- план земляных масс;
- сводный план инженерных сетей;
- план благоустройства территории;
- план автомобильных дорог;
- план железнодорожных путей;
- продольные профили автомобильных и железных дорог;
- поперечные профили автомобильных и железных дорог;
- геология.

С первого по седьмой чертежи во всех возможных случаях объединяют на одном листе в одном рисунке с наименованием «Генеральный план», или в ряд чертежей в целесообразных сочетаниях с соответствующими наименованиями.

Масштаб изображения на всех чертежах, кроме продольного и поперечного профиля 1:500 или 1:1000.

Продольные профили автомобильных и железных дорог выполняют в масштабе:

- горизонтальный - 1:2000 и 1:5000;
- вертикальный - 1:200 и 1:500.

Поперечные профили автомобильных дорог выполняют в масштабах: 1:50, 1:100, 1:200.

Геологические профили выполняют в масштабах: 1:100.

При выполнении курсового и дипломного проектирования, выполнить в полном объеме все чертежи, входящие в перечень чертежей генплана очень сложно. Поэтому необходимым и достаточным является выполнение следующих чертежей:

- горизонтальная планировка;
- план автомобильных дорог;
- элементы плана инженерных сетей;
- элементы плана благоустройства территории;
- элементы плана железнодорожных путей.

Эти чертежи объединяют в один чертеж с наименованием «Схема генерального плана предприятия».

4.4.2 Общие правила оформления чертежей

Размеры и отметки высот (уровней) приводятся в метрах с точностью до 2 знаков после запятой; отметки реперов (рис. 4.5) – в метрах с тремя знаками после запятой, информация, получаемая из Управления государственной нивелирной сети (ГНС). Величину углов указывают в градусах с точностью до 1 минуты; уклоны дорог – в промилле. Масштаб чертежа указывают после основной надписи листа. Если на листе имеется несколько изображений разного масштаба, то масштаб указывают под наименованием каждого изображения.



Рис. 4.5. Геодезические реперы, в совокупности, составляющие государственную нивелирную сеть (ГНС)

4.4.3 Горизонтальное планирование

Горизонтальная планировка – это основной чертеж генерального плана, на котором изображены:

- строительная координатная сетка или заменяющий ее разбивочный базис;
- реперы и опорные знаки строительной сетки;
- здания, сооружения (в том числе коммуникации, галереи);
- производственные и складские площадки;
- автомобильные дороги и площадки с твердым покрытием;
- тротуары и дорожки;
- железнодорожные пути;
- ограждение территории с воротами и калитками.

В левом верхнем углу листа наносят указатель направления севера в виде стрелки с буквой «С» у острия.

Строительная координатная сетка перекрывает всю территорию предприятия и привязывается как минимум к двум реперам. Сетку наносят в виде квадратов со стороной 10 см. начало координат – в левом нижнем углу чертежа. Оси сетки обозначаются буквенным индексом: для горизонтальных осей «А», для вертикальных – «Б», с добавлением перед буквой цифры, соответствующей числу сотен метров. Промежуточные оси в масштабе, например, 1:500 обозначаются 0А+50 и т.д. Координаты точек на чертеже обозначают с помощью строительной координатной сетки, таким образом, как указано на примере (рис. 4.6). На контуре проектируемых зданий и сооружений должны наноситься в масштабе проемы ворот с их осями и координатами осей, проемы дверей (рис. 4.6).

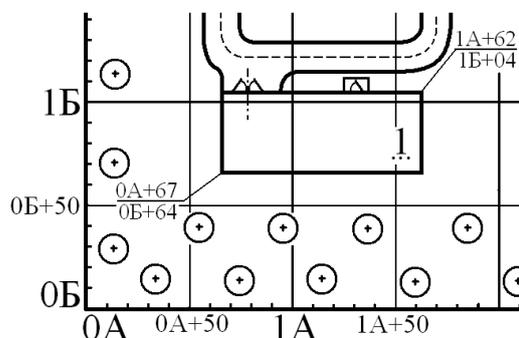


Рис. 4.6. Пример обозначения координат точек, номеров зданий по экспликации, этажности и условных обозначений ворот, дверей и другое

На контуре здания указывается:

- номер здания по экспликации – в нижнем правом углу, под номером точками указывают этажность здания;
- координаты точек пересечения строительных осей здания в двух противоположных углах.
- отметку пола первого этажа (на 15см выше отметки земли).
- отмостку, наружные лестницы, площадки у входа.

На изображении автомобильной дороги указывают ось дороги с ее координатой, границу проезжей части или бордюры, обочины. На изображении железной дороги указывают координату оси, отметку головки рельса.

Справа от основного изображения генерального плана или под ним помещают экспликацию зданий и сооружений по форме № 1. К элементам сводного плана инженерных сетей относят подземные, наземные и надземные сети. На изображении надо указывать индекс сети, ниши, колодцы, опоры и другие устройства.

4.4.4 Планы автомобильных дорог и благоустройство территории

На план автомобильных дорог наносят:

- пикетаж на дороге (если дороги не параллельны строительной координатной сетке, то её может не быть, её заменяет разбивочный базис);
- ширину дорог, радиусы кривых по внутренней кромке проезжей части, размеры площадок;
- проектные отметки и указатели уклонов по оси проезжей части дорог и по площадкам;
- разметку типов покрытия дорог и площадок в виде буквенных обозначений (если разные типы покрытия, а места перемены типа покрытия обозначаются рядом точек);
- сооружения для пропуска воды, переезды.

На схему генерального плана выносят следующие элементы благоустройства территории:

- озеленение с привязкой (одиночные деревья, цветники) к сооружениям;
- игровые площадки, площадки отдыха с указанием их размеров, привязки;

- тротуары и дорожки с указанием координат или привязки к зданиям или дороге.

4.5 Общие вопросы техники безопасности, охрана окружающей среды. Охрана труда на базах органических вяжущих.

4.5.1 Нормативная база и общие вопросы техники безопасности

При работе с органическими вяжущими следует руководствоваться указаниями следующих нормативных документов: «Правила охорони праці при будівництві, ремонті та утриманні автомобільних доріг і на інших об'єктах дорожнього господарства» ПАОП 63.21-1.01-96 [20], «Правила і норми техніки безпеки, пожежної і виробничої санітарії для фарбувальних цехів» НПАОП 28.4-1.13-74 [21], а также другими нормативными документами по технике безопасности в дорожном строительстве.

Битумные базы относятся к предприятиям повышенной опасности, т.к. людям приходится работать в условиях повышенных температур, рядом с источниками огня и легковозгораемыми материалами. Если на базе хранится каменноугольный деготь, что недопустимо в соответствии с рекомендациями Минздрава Украины, то к перечисленным опасностям добавляется еще и токсичность вяжущих.

Вопросы охраны труда и техники безопасности должны учитываться уже на стадии проектирования баз:

- хранилища для жидкого топлива (мазута) и разжижителей должны располагаться на расстоянии не менее 15м от подземного битумохранилища, 30м – от наземного хранилища и не менее 40м от битумоплавильной установки;
- административно-бытовой корпус, лаборатория и т.д. должны находиться на расстоянии не менее 20м от хранилища и битумоплавильной установки с учетом господствующего направления ветра;
- самостоятельные битумные базы и открытые хранилища должны быть ограждены.

Работников необходимо снабдить спецодеждой, спецобувью, очками, респираторами. Им необходимо обеспечить спецпитание. Принимать пищу на рабочем месте запрещено. Запрещено также работать в темное время суток без искусственного освещения. По окончании смены рабочим необходимо обеспечить возможность принять душ и переменить одежду.

4.5.2 Техника безопасности при приёме-сливе органических вяжущих

Все паро- и газопроводы для теплоносителей должны во избежание ожогов иметь термоизоляцию.

Для работы с парогенераторами допускаются специально обученные работники, имеющие разрешительные документы и оформленные специальным приказом по предприятию.

Все органические вяжущие являются горючими материалами. Температура вспышки гудронов составляет $180\div 200$ °С, температура воспламенения около 300 °С. Жидкие битумы и разжижители имеют температуру вспышки $60\div 70$ °С. Поэтому при приёме-сливе и других работах с этими вяжущими необходимо тщательно соблюдать температурный режим.

При приёме-сливе органических вяжущих категорически не допускается их разливание по территории предприятия. А если это произошло, то необходимо в кратчайшие сроки произвести уборку разлитого вяжущего.

Слив вяжущего из транспортных ёмкостей должен производиться до её полного освобождения, без какого либо остатка вяжущего. Окончание слива контролируют ответственные работники, назначенные приказом по предприятию.

При необходимости чистки или ремонта емкостей для органических вяжущих спускаться внутрь должны только рабочие, прошедшие специальный инструктаж. При этом остаток вяжущего на дне емкости не должен превышать 20 см.

Перед спуском в цистерну рабочий должен надевать шланговый прибор для дыхания, спасательный пояс, страхующую веревку. Спуск происходит по внутренней или переносной лестнице. Спасательная веревка должна выдерживать груз не менее 200 кг и иметь

длину не менее 12 м. Один конец веревки привязывают к поручню емкости, другой – к спасательному поясу. При спуске и выходе из емкости запрещается держать в руках какие-либо предметы или инструменты. Их передают и принимают отдельно. Во время проведения работ по чистке у горловины емкости неотлучно должен находиться дежурный рабочий (т.н. «верховой»). Он должен следить за положением и состоянием спасательной веревки и шланга для подачи воздуха, за сигналами работающего внутри, чтобы при необходимости работающему можно было бы оказать помощь. При проведении работ для освещения используют лампочку мощностью 12 В.

При неисправности дыхательного аппарата работающий должен немедленно подняться из емкости для устранения неисправности.

4.5.3 Техника безопасности при работе на битумоплавильных установках

Каждая битумоплавильная установка должна быть оборудована специальным настилом шириной не менее 1,5 м, уложенным между горловинами котла для прохода работников, решетками и крышками с ручками на горловинах.

По периметру загрузочной площадки должен быть устроен кирпичный бортик высотой не менее 20 см для предупреждения попадания битумных выбросов на топку. Для предупреждения выброса вязущего из котла или реактора в них необходимо поддерживать непрерывную циркуляцию вязущего для выравнивания температуры по всему объему.

Для борьбы с пенообразованием рекомендуется применять пеногасители типа МКТ-1 или СКТН-1.

При использовании твердого топлива его запас должен находиться на расстоянии не менее 5 м от топки. При использовании жидкого топлива (мазута) его необходимо предварительно подогреть до 70÷80 °С. Разжигать форсунку нужно растопочным факелом, одновременно с факелом подавать в топку воздух, а затем открывать подачу топлива. Форсунщик при этом должен находиться сбоку топки, во избежание выброса пламени. Около топок установ-

ки должны находиться пенные огнетушители и сухой песок. Тушить горящий битум струей воды запрещено. Если битум загорится внутри котла, следует немедленно закрыть крышки и загасить топку.

При разжижении вязкого битума шланг с разжижителем должен быть погружен в вязкий битум, разогретый до температуры 80 °С. Необходимо обеспечить тщательное перемешивание битума и разжижителя с помощью механической мешалки, топка котла при этом должна быть потушена.

Котел для разжижения битума следует устанавливать на расстоянии не ближе 40 м от битумоплавильной установки. Запрещается разжижать битум в одном из котлов битумоплавильной установки.

Емкость с разжижителем устанавливают не ближе 10 м от котла. Подогревать разжиженный битум наиболее эффективно с помощью пара.

Запрещается использовать в качестве разжижителей легко воспламеняющиеся жидкости. Температура разогрева битума не должна превышать температуры кипения разжижителя.

При производстве битума в локальной окислительной установке температура в них достигает 240 °С, что значительно выше температуры вспышки сырья. Поэтому окислительная установка должна быть оборудована предохранительными клапанами, к ней следует подвести пар для пожаротушения.

При возгорании небольших количеств органических вязущих очаг пожара следует тушить песком, пенными огнетушителями, паром, тонкораспыленной водой. Крупные пожары тушат пенной струей или мощными струями тонкораспыленной воды. При возгорании битума в емкости, в хранилище, в очаг пожара следует подавать острый пар.

При работе с дегтями и пеками отравления и кожные поражения могут возникать вследствие действия пековой пыли и паров расплавленного дегтя. Эти явления особенно сильны при солнечном свете, ночью эффект такого воздействия уменьшается. Если при работе с пеком, дегтем появляются покраснения открытых частей тела, чувство жжения на коже и глазах, раздражение верхних дыхательных путей – работы необходимо прекратить. ПДК паров и пыли

пека в рабочих помещениях не должна превышать $0,5 \text{ мг/м}^3$. Погрузочно-разгрузочные работы с пеком производят только ночью или в пасмурную погоду, брать пек руками, даже в рукавицах, не разрешается. Открытые части тела рабочих должны быть обработаны специальной пастой. После работы необходимо принимать теплый душ, протирать лицо и руки ватой, смоченной в одеколоне или спирте. Деготь с тела снимается вазелиновым маслом. При ожогах деготь можно снимать с тела керосином, после чего сделать примочку из слабого раствора марганцевокислого калия.

4.5.4 Охрана окружающей среды.

Основные элементы охраны окружающей среды на битумных базах:

- базы должны быть расположены на проветриваемых участках;
- необходимо обеспечить герметичность всех соединений и стыков для предупреждения утечки вяжущего;
- хранение вяжущих необходимо осуществлять в хранилищах с укрепленными стенками для предупреждения фильтрации;
- необходимо на окислительных установках устраивать печи дожига.

РАЗДЕЛ 5 ЭМУЛЬСИОННЫЕ БАЗЫ

5.1 Классификация эмульсий

Битумные эмульсии относятся к классу органических вяжущих материалов. С каждым годом их все шире применяют в дорожном строительстве на Украине и за рубежом. Их используют в качестве вяжущего и пленкообразующего материала. При этом расход битума сокращают более чем на 20 %.

При производстве работ с эмульсиями не требуется ее подогрева, они хорошо объединяются не только с сухими, но и с влажными каменными материалами.

По классическому представлению [22], эмульсия представляет собой дисперсную систему, в которой одна жидкость в виде мельчайших капель размером $10 \div 1000$ нм ($10^{-8} \div 10^{-6}$ м или $0,01 \div 1$ мкм) диспергирована в другой. Жидкость в виде капель называется фазой, среда, в которой она диспергирована, называется средой.

Битумные эмульсии (рис. 5.1), как правило [23], имеют размер частиц фазы $1000 \div 100000$ нм ($10^{-6} \div 10^{-4}$ м или $1 \div 100$ мкм). Чтобы частицы битума не слипались и эмульсия не распадалась, в нее вводят так называемый эмульгатор. Это поверхностно-активное вещество, молекулы которого состоят из углеводородного радикала (неполярной группы) и полярной группы. Эмульгаторы адсорбируются на поверхности битумных капель, образуют на них монослой, способствующий отталкиванию частичек вяжущего друг от друга. Благодаря этому эмульсия не распадается при хранении и транспортировке.

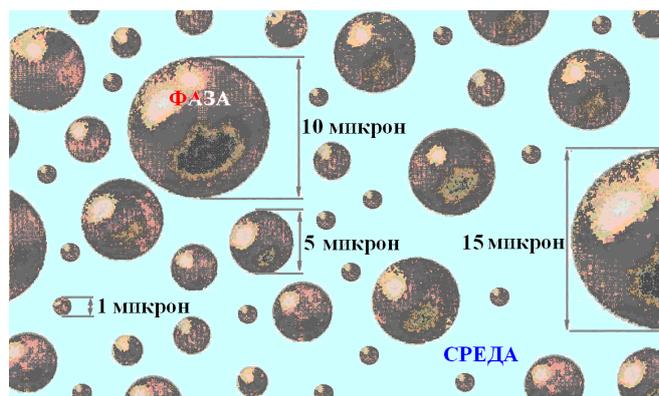


Рис. 5.1. Схематическое изображение битумной эмульсии

В зависимости от того, частички какой жидкости находятся в эмульсии в раздробленном (диспергированном состоянии), эмульсии бывают прямыми и обратными. В прямых эмульсиях в водной среде

диспергирован битум, в обратных – в битуме диспергирована вода. В дорожном строительстве чаще всего используют прямые эмульсии.

В соответствии с требованиями ДСТУ Б В.2.7-129:2013 [24], в качестве эмульгаторов применяют: в анионактивных эмульсиях – мыла высокомолекулярных органических кислот, в катионактивных – органические азотсодержащие соединения. Эти соединения определяют знак заряда поверхности битума (рис. 5.2) и обуславливают приоритеты сцепления с разными по природе происхождения минеральными материалами (рис. 5.3).

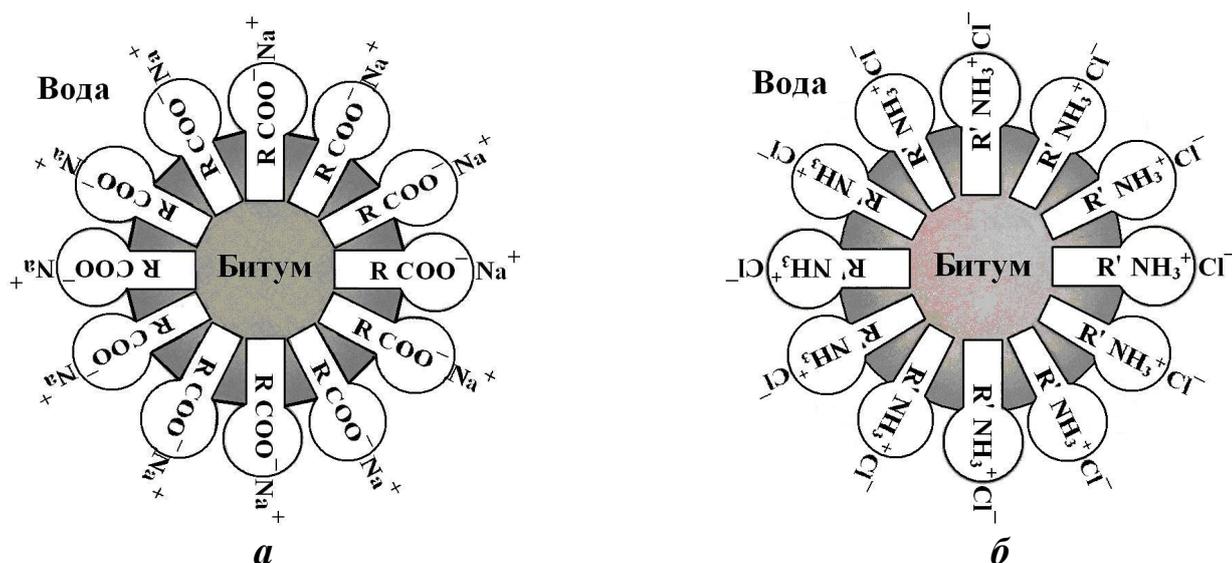


Рис. 5.2. Схематическое изображение глобулы (капли) битума в анионной (а) и катионной (б) эмульсии

В зависимости от вида эмульгатора эмульсии классифицируют на анионные (А) и катионные (К). В соответствии с требованиями ДСТУ Б В.2.7-129:2013 [24], каждая из которых разделяется на три марки по скорости распада: быстро- (Ш), средне- (С) и медленно-распадающиеся (П). Кроме скорости распада эмульсии также маркируются по отсутствию или наличию модификатора в битуме (М) и по процентному содержанию самого битума (40÷70). Всего 48 марок эмульсий с примерной аббревиатурой написания: ЕАШ-40; ЕАСМ-50, ЕАП-55; ЕКШ-60, ЕКС-65, ЕКПМ-70 и т.д.

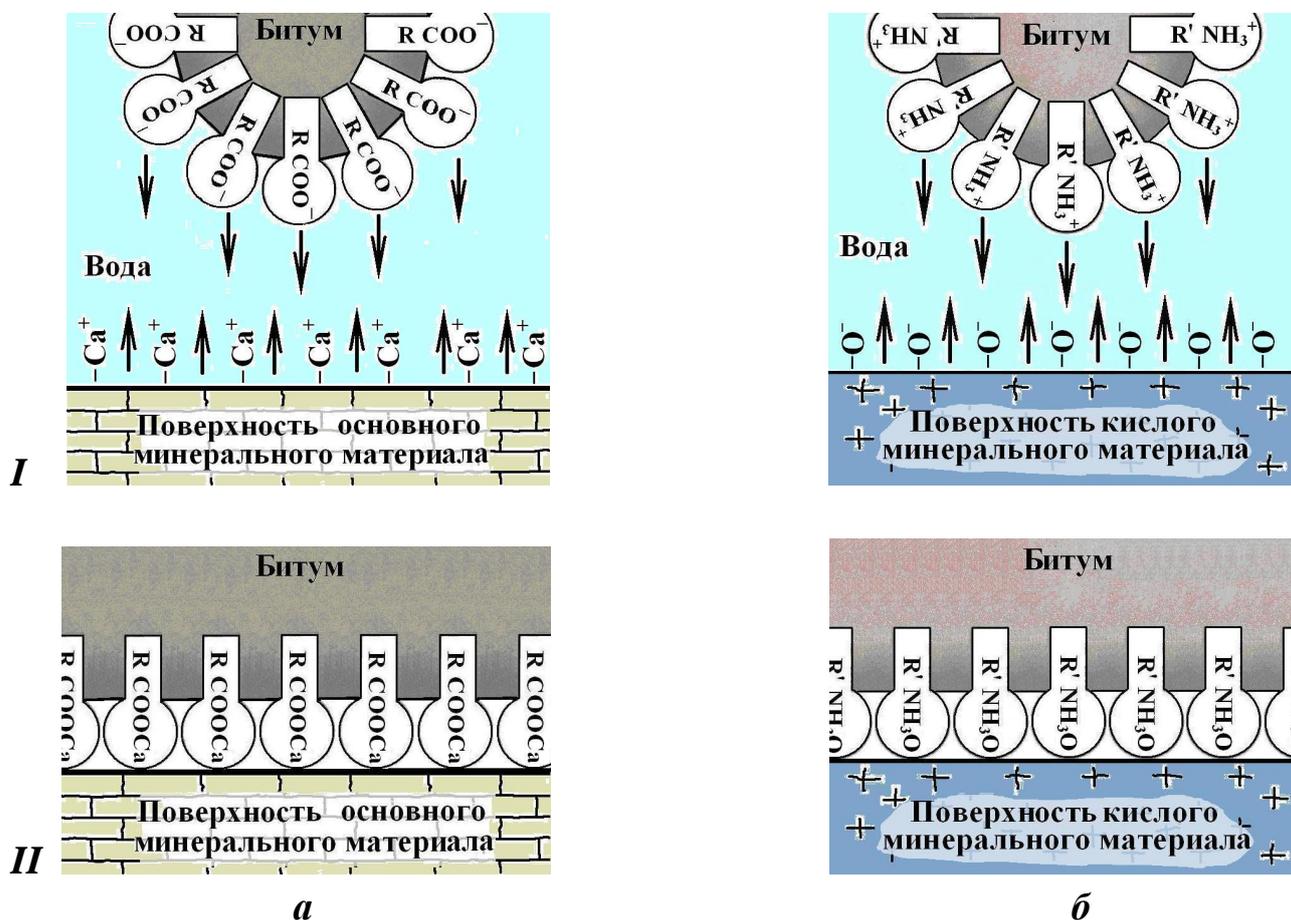


Рис. 5.3. Схематическое изображение взаимодействия минеральных материалов с анионной (а) и катионной (б) эмульсиями до (I) и после (II) распада

В зависимости от обрабатываемого каменного материала (основный или кислый), который обрабатывают эмульсией, применяют анионные (А) или катионные (К) эмульсии соответственно.

Эмульсия марки Ш быстро распадается при контакте с минеральными материалами. Её в основном применяют для подгрунтовки основания (как пленкообразующий материал) и для ремонта асфальтобетонного покрытия дорог способом смешивания эмульсии с мелкой фракцией каменного материала на поверхности дефектных участков дороги.

Эмульсия марки С применяется для устройства слоя износа методом смешения на дороге.

Эмульсия марки II хорошо перемешивается с любыми минеральными составами (распад происходит медленно) поэтому ее используют для производства холодных асфальтобетонных смесей и других работ.

В зависимости от эмульгатора, свойств обрабатываемого каменного материала, температуры воздуха, эмульсии распадаются с

различной скоростью. Скорость распада можно регулировать путем введения добавок, содержащих щелочи или кислоты. Анионактивные эмульсии устойчивы при $pH = 7 \div 11$; катионактивные – при $pH = 3 \div 6$. С увеличением pH устойчивость анионактивных эмульсий увеличивается, катионактивных уменьшается.

5.2 Предназначение эмульсионных баз и их комплектация.

Назначение эмульсионных баз: производство эмульсий, хранение их и отпуск потребителю.

Для производства эмульсий используют эмульсионные машины, характеристики которых представлены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Производственные характеристики эмульсионных машин

№	Эмульсионная машина	Принцип действия	Производительность, т/ч	Мощность, кВт	Назначение
1	Многодисковый диспергатор	Непрерывный	25	14	Производство прямых эмульсий
2	Многощелевой диспергатор		$5 \div 7$	7,5	
3	Акустический диспергатор	Периодический	1	4,5	
4	Лопастная мешалка		3	2,8	Производство обратных эмульсий

Кроме эмульсионных машин в состав установок входят битумоплавильные агрегаты, ёмкости для хранения вяжущих, битумоплавильные агрегаты, ёмкости для хранения воды, жидкого и порошкового эмульгаторов, водного раствора эмульгатора, кислоты, щёлочи, их водных растворов и готовой эмульсии, как показано на рисунке 5.4.

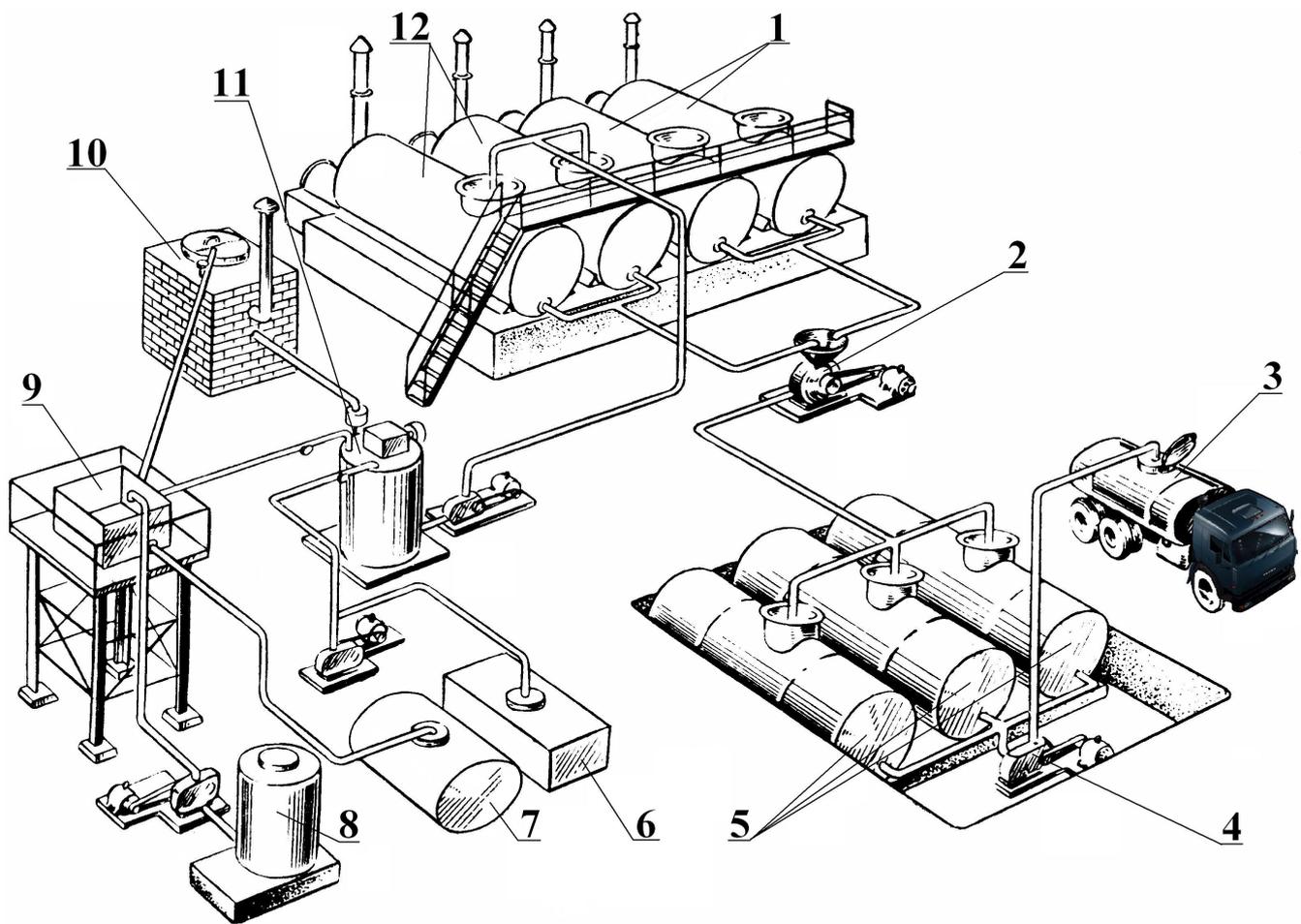


Рис. 5.4. Схема размещения оборудования для производства битумных эмульсий: 1 – битумоплавильные котлы; 2 – эмульсионная мешалка; 3 – автогудронатор; 4 – насос; 5 – резервуары для эмульсий; 6 – бункер для цемента или извести с питателем; 7 – резервуар для воды; 8 – резервуар для кислоты; 9 – резервуар для получения водных растворов кислоты и щёлочи; 10 – резервуары для едкого натра; 11 – смесительная установка для получения водного раствора эмульгатора; 12 – резервуары для водного раствора эмульгатора

Многодисковый диспергатор ЭМ-25 (рис. 5.5) состоит из рамы, рабочего органа, корпуса, коллектора. На верхней части рамы монтируется опорный узел диспергатора. Рабочий орган диспергатора состоит из вала и двух рабочих секций, разделенных между собой сгонным кольцом и крыльчаткой. Верхняя и нижняя рабочие секции однотипны и каждая состоит из крыльчатки, двух подвижных и трех неподвижных дисков. Крыльчатки и подвижные диски соединены с валом. Неподвижные диски, сгонное кольцо крепятся к корпусу диспергатора. Корпус имеет паровую рубашку. В верхней части корпус закрывается крышкой, служащей основанием для кол-

лектора. Коллектор служит для направления в диспергатор битума и водного раствора эмульгатора, и их грубой очистки. Он состоит из двух подводящих патрубков с регулировочными кранами. Битум и водный раствор эмульгатора подают из соответствующей емкости с помощью шестеренчатого и центробежного насосов. Готовая эмульсия через отводной патрубок направляется в хранилище. Скорость вращения ротора – 1460 об/мин.

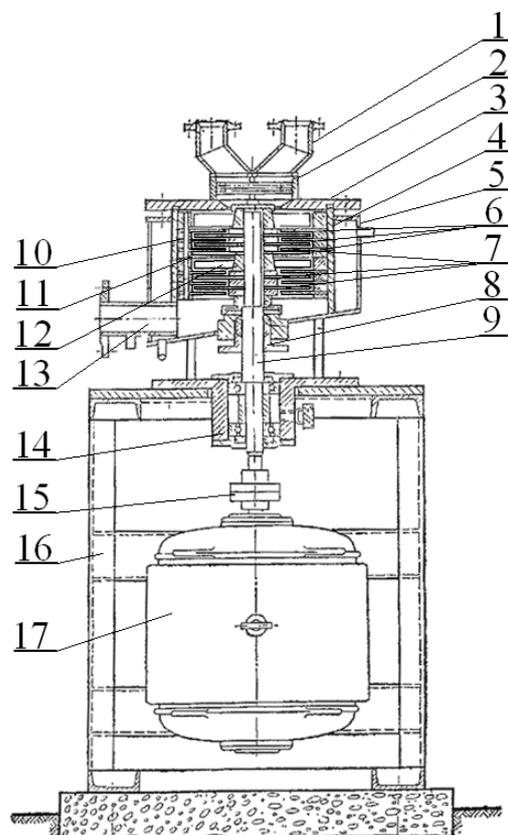


Рис. 5.5. Схема устройства многодискового диспергатора ЭМ-25:

1 – выходные патрубки; 2 – фильтр; 3 – крышка; 4 – корпус; 5 – паровая рубашка; 6 – неподвижные диски; 7 – вращающиеся диски; 8 – сальник; 9 – вал диспергатора; 10 – распорные кольца; 11 – сгонное кольцо; 12 – крыльчатка; 13 – выходной патрубок; 14 – подшипниковая коробка; 15 – соединительная муфта; 16 – рама; 17 – электродвигатель.

Принцип действия *многодискового диспергатора* состоит в том, что битум и водный раствор эмульгатора продавливаются через многочисленные отверстия в системе подвижных и неподвижных дисков. Образующиеся в результате многократных срезов битумные капли стабилизируются в растворе эмульгатора.

Многощелевой диспергатор, представленный на рисунке 5.6, наиболее часто используется в эмульсионных установках. Образование эмульсии в его рабочем узле происходит за счёт продавливания через узкие зазоры между поверхностями неподвижного и вращающегося рабочих органов. В результате трения о поверхности рабочих органов капли битума, распределенные в растворе эмульгатора, растягиваются в нити, которые по достижении определенной длины распадаются на более мелкие капли. Выступы ротора входят во впадины статора, образуя рабочие щели между соответствующими поверхностями. Величина зазора между ротором и статором регулируется в зависимости от вида эмульгатора.

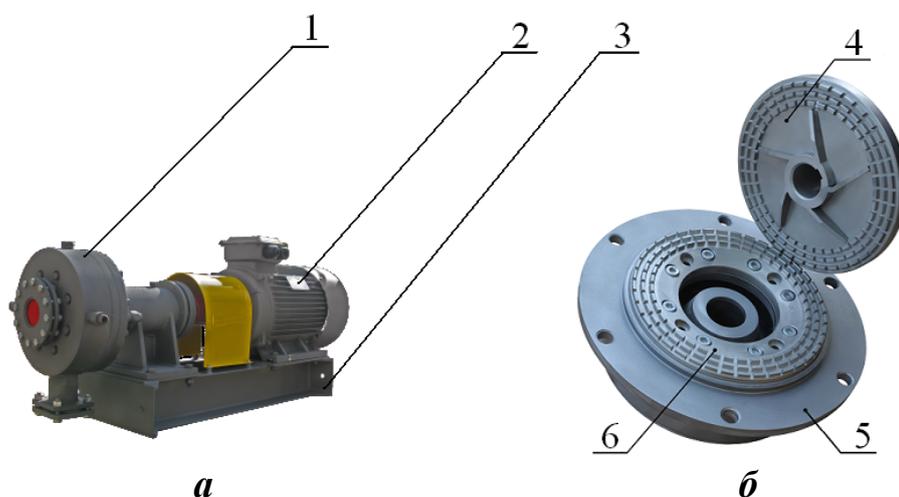


Рис. 5.6. Внешний вид (а) и рабочие органы (б) многощелевого диспергатора:
 1 – рабочий узел; 2 – электродвигатель; 3 – рама; 4 – ротор; 5 – корпус;
 6 – статор.

Битум и водный раствор эмульгатора поступают через приемную воронку в верхнюю камеру, предварительно перемешиваются с помощью распределителя и распределяются по поверхности статора. Через отверстия в статоре они попадают в рабочие зазоры, где битум эмульгируется. Готовая эмульсия по отверстиям ротора поступает в нижнюю камеру и выводится в емкость. Эмульсия в течение 3÷5 минут разогревается паром и горячим раствором эмульгатора.

Акустические диспергаторы бывают двух видов: ёмкостные и проточные (рис. 5.7). Ёмкостные акустические диспергаторы погружаются в ёмкость с битумом и за счёт ультразвуковой вибрации разделяют частички битума меж собой, а наличие водной среды с

эмульгатором и кислотой или щёлочью не даёт им возможности соединиться. Проточные акустические диспергаторы представляют собой трубопровод, на котором находятся акустические диспергаторы, к которому подсоединяются битумопровод и трубопровод с водным раствором эмульгатора, кислотой или щёлочью. Ультразвуковая вибрация, создаваемая в рабочей камере наружными акустическими диспергаторами, установленными на соединении двух потоков водной среды и битума, дробит битум на мелкие капли, которые проходят через диспергационный фильтр с заданным размером ячеек и не соединяются вместе за счёт наличия эмульгатора в водной среде.

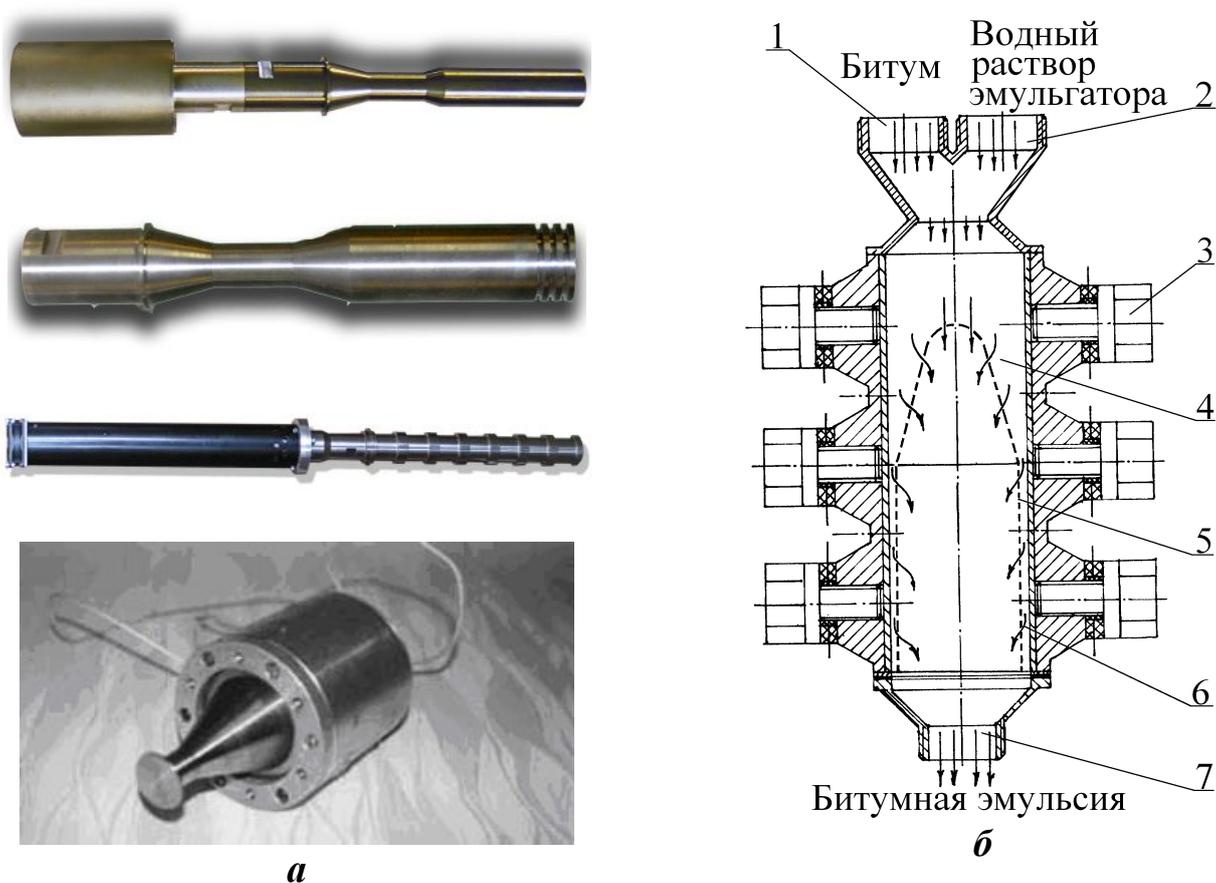


Рис. 5.7. Внешний вид и схематическое изображение ёмкостных (а) и проточных (б) акустических диспергаторов: 1 – патрубок ввода битума; 2 – патрубок ввода водного раствора эмульгатора и кислоты или щёлочи; 3 – ультразвуковой вибратор; 4 – рабочая камера; 5 – фильтр с заданным размером ячеек для пропуска диспергированных частиц битума; 6 – движение диспергированных частиц битума через фильтр; 7 – выходной патрубок для эмульсии.

Лопастная мешалка (рис. 5.8) служит для приготовления эмульсий обратного типа. Лопасты смонтированы на вертикальном валу, имеющем скорость вращения $60 \div 80$ об/мин. Мешалки оборудованы паровой рубашкой или электрообогревателями, дозаторами поплавкового типа для дозирования компонентов эмульсии. Полезный объем мешалки 750 л, электродвигатель мощностью 2,8 кВт, ее производительность 1 т/час. Кроме мешалки установка имеет котлы для приготовления и разогрева вяжущего, резервуары с перемешивающим устройством для приготовления водного раствора эмульгатора (едкого натра и поваренной соли), резервуары для готовой эмульсии, насосы.

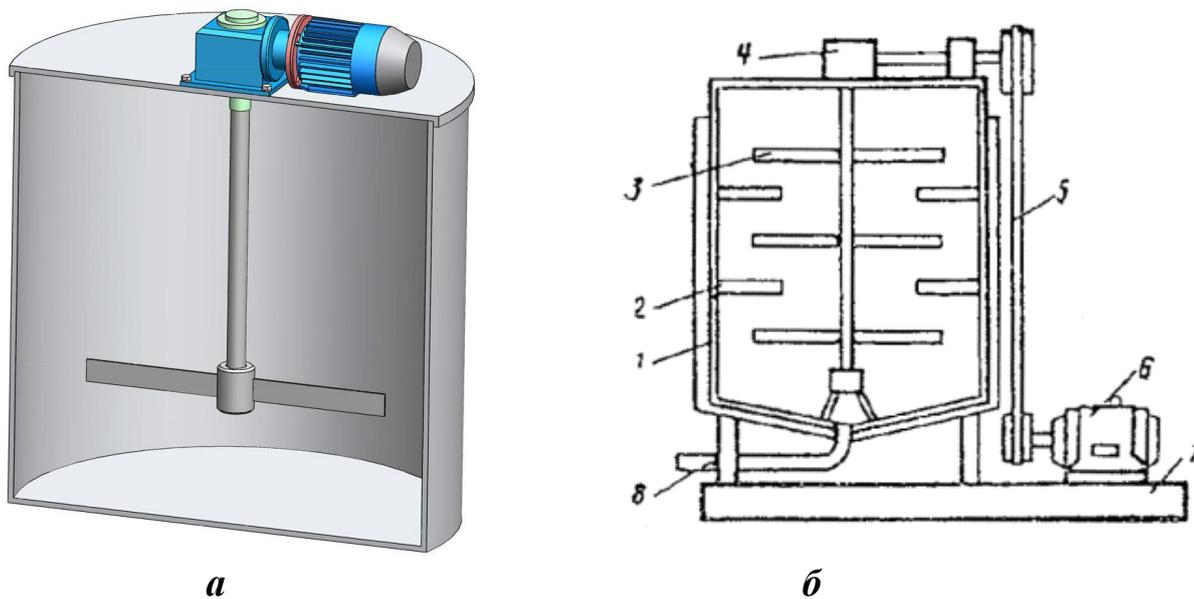


Рис. 5.8. Разрез (а) и схематическое изображение (б) лопастной мешалки для приготовления обратных эмульсий: 1 – корпус; 2 – неподвижная лопасть; 3 – подвижная лопасть; 4 – шестеренчатая передача; 5 – ременная передача; 6 – электродвигатель; 7 – рама; 8 – сливной патрубок

В последние годы получили широкое распространение компактные установки по производству битумных эмульсий (рис. 5.9). Это установки малой и средней мощности, смонтированные на единой платформе, которую при необходимости несложно переместить на новое место. Большинство этих установок в качестве эмульсионной машины используют многощелевой диспергатор, так как его рабочий узел прост в изготовлении и надёжен в долгосрочной работе.



Рис. 5.9. Внешний вид промышленного эмульсионного оборудования EASY 3500 SK

5.3 Оборудование и технологические процессы изготовления эмульсий.

Для приготовления эмульсий используются следующие компоненты: битум, вода, эмульгатор (водорастворимые органические или порошкообразные минеральные эмульгаторы) и щелочь (едкий натр, жидкое стекло) или кислоту, т.е. четыре составляющих. Из них необходимо подготовить однородную дисперсную систему. Процесс приготовления эмульсий заключается в объединении в эмульсионной машине битума и водного раствора эмульгатора, дозируемых в определенных соотношениях.

В соответствии с технологической схемой (рис. 5.10) при приготовлении прямых эмульсий температура вязкого битума, поступающего в эмульсионную машину, должна быть в пределах $140\div 160$ °С. Температура водного раствора эмульгатора, поступающего в эмульсионную машину, должна быть в пределах $40\div 60$ °С. Температуру битума и раствора эмульгатора следует назначать таким образом, чтобы сумма этих двух температур не превышала 200 °С. В противном случае может произойти вспенивание смеси битум-

ма и раствора эмульгатора и выбрасывание ее из эмульсионной машины.

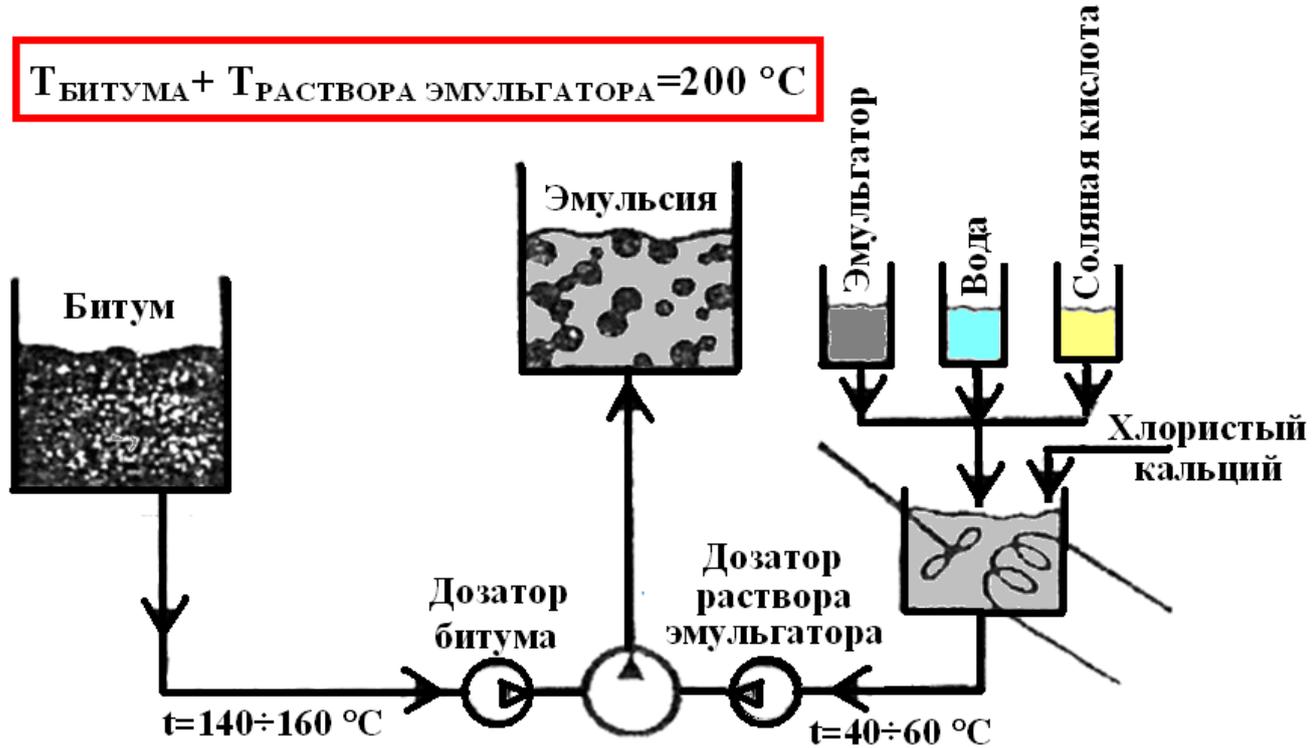


Рис. 5.10. Технологическая схема изготовления битумной эмульсии

При приготовлении эмульсии в машине непрерывного действия сначала прогревают машину, краны и трубопроводы, затем включают двигатель и подают водный раствор эмульгатора. После того, как раствор заполнит машину и станет вытекать из выходного отверстия, начинают подавать битум. После этого отключают обогрев кожуха машины. Учитывая неточность объемной дозировки составляющих при непрерывном процессе производства эмульсии, рекомендуется подавать битум в несколько большем количестве, чем требуется. После приготовления состав такой эмульсии корректируется путём разбавления раствором эмульгатора. В процессе производства эмульсии температура битума должна быть постоянной, иначе изменится концентрация эмульсии. Температура готовой эмульсии на выходе должна быть не выше $90 \text{ } ^\circ\text{C}$. Закончив приготовление катионной эмульсии (в состав которой входит кислота) необходимо промыть машину и трубопроводы во избежание их коррозии. Готовая эмульсия коррозии не вызывает.

При приготовлении обратных эмульсий в лопастных мешалках вязущее нагревают до температуры $20\div 80$ °С (в зависимости от его вязкости). Водный раствор соли (поваренной) и едкого натра нагревают до $30\div 40$ °С. Прогревают лопастную мешалку, краны, трубы, дозаторы. Сначала в мешалку подают вязущее, затем, при непрерывном перемешивании со скоростью $60\div 80$ об/мин, подают водный раствор. Готовую эмульсию сливают в расходную емкость.

5.4 Хранение и транспортирование эмульсий.

Эмульсию хранят в закрытых емкостях, защищенных от нагревания солнечными лучами и от промерзания зимой. Зимой бочки держат в помещениях при температуре не ниже 0 °С. Летом – в бочках и резервуарах, накрытых рулонным кровельным материалом или брезентом.

Перед употреблением эмульсию необходимо осторожно перемешать для ликвидации сгустков битума, но делать это необходимо осторожно и без лишних резких движений, что бы избежать её расслаивания.

Эмульсию перевозят в плотно закрытых металлических бочках, цистернах, битумовозах, гудронаторах. Тара и транспортные средства должны быть чистыми, иначе эмульсия может начать распадаться быстрее, чем это регламентируется ДСТУ Б В.2.7-129:2013 [24]. Бочки с эмульсией нельзя встряхивать и бросать, так как это приведет к ее распаду.

5.5 Контроль качества эмульсий.

В соответствии с требованиями ДСТУ Б В.2.7-129:2013 [24] при контроле качества эмульсий проверяют:

- внешний вид (должна быть однородной тёмно-коричневой жидкостью);
- марку эмульсии (катионная или анионная) по скорости распада (по смешиваемости с минеральными материалами различного минерального состава) по показателю концентрации водородных ионов, рН (для катионных эмульсий рН должен находиться в пределах $1,5\div 6,5$; анионных – $8\div 12$);

- однородность эмульсии (проход через сито 0,14 мм должен быть не более 0,5 % или визуально с помощью микроскопа,);
- содержание битума с эмульгатором (для разных марок должно находиться в пределах $38 \div 71$ %);
- условную вязкость при температуре 20 °С и Ø отверстия вискозиметра 4 мм (должна быть не более 100 с);
- устойчивость при хранении после 7 суток по остатку на сите 0,14 мм (должна быть для катионных не более 0,4 %; для анионных – не более 0,8 %);
- устойчивость при хранении после 30 суток по остатку на сите 0,14 мм (должна быть для катионных не более 0,6 %; для анионных – не более 1,2 %);
- сцепление с поверхностью каменных материалов (должна быть для катионных не менее 5 баллов; для анионных – не менее 4 баллов);
- марку эмульсии по скорости распада (по смешиваемости с пористыми и плотными минеральными смесями).

5.6 Охрана труда, окружающей среды и противопожарная безопасность на эмульсионных базах.

Работы на эмульсионных, битумных базах и заводах, на которых производятся битумные эмульсии, проводят с учетом рекомендаций ПАОП 63.21-1.01-96 «Правила охорони праці при будівництві, ремонті та утриманні автомобільних доріг і на інших об'єктах дорожнього господарства» [20] и НПАОП 28.4-1.13-74 «Правила і норми техніки безпеки, пожежної і виробничої санітарії для фарбувальних цехів» [21].

При приготовлении эмульсий эмульгаторы загружают в котел или смеситель только в рукавицах. Запрещается изменять зазор гомогенизатора (диспергатора) во время работы.

Возле мест хранения битума, растворителей, топлива и масел, у битумоплавильных агрегатов устанавливают щиты с противопожарным оборудованием: совковые лопаты; багры; вёдра; ящики с сухим и чистым песком, оборудованные крышками; пенные огнетушители.

При приготовлении раствора эмульгатора воду добавляют в щелочь небольшими порциями с непрерывным перемешиванием для предотвращения сильного разогрева в результате реакции растворения щелочи в воде. В случае попадания эмульсии на одежду, лицо, руки следует быстро промыть их холодной водой с мылом. Обратные эмульсии смывают бензином, керосином или соляровым маслом. Эмульгаторы, едкий натр и его растворы хранятся в металлических емкостях с плотными крышками. Соляную кислоту хранят в стеклянных емкостях в закрытых помещениях. При приготовлении раствора соляной кислоты следует в воду приливать кислоту небольшими порциями. Места для приготовления водных растворов кислоты или щёлочи должны быть обустроены наглядной агитацией (рис. 5.5) и средствами пожаротушения, а работники должны быть обеспечены защитными средствами дыхания и открытых участков кожи, а также специальной одеждой.



Рис. 5.5. Примеры наглядной запрещающей и предупреждающей агитации для привлечения внимания и запоминания правил, касающихся работ по приготовлению битумных эмульсий.

РАЗДЕЛ 6

АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ ЗАВОДЫ, ИХ ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ

6.1. Предназначение и классификация асфальтобетонных заводов (АБЗ).

Для обеспечения потребностей строительных организаций в асфальтобетонных смесях сооружаются АБЗ.

Основными функциями АБЗ являются:

1. Производство асфальтобетонных смесей различных типов и окрасок;
2. Производство обработанного битумом щебня (черный щебень).

Дополнительными функциями АБЗ являются:

1. Производство битума методом окисления в локальных окислительных установках и компаундированием;
2. Модификация битумов полимерными добавками и поверхностно-активными веществами (ПАВ);
3. Производство битумных эмульсий;
4. Производство гидроизоляционных вяжущих материалов и гидроизоляция различных изделий (труб, ёмкостей и др.).

В зависимости от длительности работы на одном месте, АБЗ классифицируются по типам [25-28]:

- стационарного;
- временного (существующие на одном месте 1-3 года).

Заводы временного типа, как правило, оборудуются передвижными агрегатами, перемещающимися с помощью автомобилей – тягачей или на железнодорожных платформах.

По производительности АБЗ классифицируются на:

- малой < 50 т/ч;
- средней $50 \div 100$ т/ч;
- большой $100 \div 400$ т/ч;
- сверхмощные > 400 т/ч.

По принципу действия АБЗ классифицируются на:

- циклические;
- непрерывного действия.

При технико-экономическом обосновании размещения и строительства АБЗ необходимо учитывать и решать следующие вопросы [27-28]:

1. Изучение потребности строительных организаций в а/б смесях, анализ результатов изучения, выводы о целесообразности производства этих смесей в данном районе, расчёт оптимальных параметров и выбор оборудования АБЗ. На основании этого принимают решение о целесообразности строительства нового завода или реконструкции существующего.
2. Наличие источников снабжения материальных (составляющие асфальтобетонных смесей), энергетических (электроэнергия, газ, ГСМ, пар, тепловые энергоносители), трудовых и других (вода) ресурсов.
3. Исследование транспортных связей. Место строительства завода выбирают с учетом максимального приближения к сырьевым базам или объектам потребления (заводы КДЗ – ближе к сырью...АБЗ, ЦБЗ, ЖБИ к потребителю).
4. При выборе площадки для размещения завода учитывают: геологические условия; наличие возможности устройства подъездных путей; возможность устройства санитарной зоны с учетом господствующего направления ветров. Ширина санитарной зоны при строительстве АБЗ – не менее 300 м; ЦБЗ и ЗЖБИ – 100 м.
5. Наличие социальной инфраструктуры в месте размещения трудовых ресурсов и возможностей её развития.

Основным критерием при сравнении вариантов различного используемого оборудования и расположения завода являются мин приведенных затрат.

6.2 Технологические процессы и основное оборудование АБЗ.

Схематическое изображение технологических процессов производства асфальтобетонной смеси (рис. 6.1) должно отображать все этапы с соблюдением их последовательности, указанием характерных особенностей (температурные, временные и другие технологические режимы) и снабжаться подробным описанием этих процессов с указанием марок используемого оборудования [26-30].

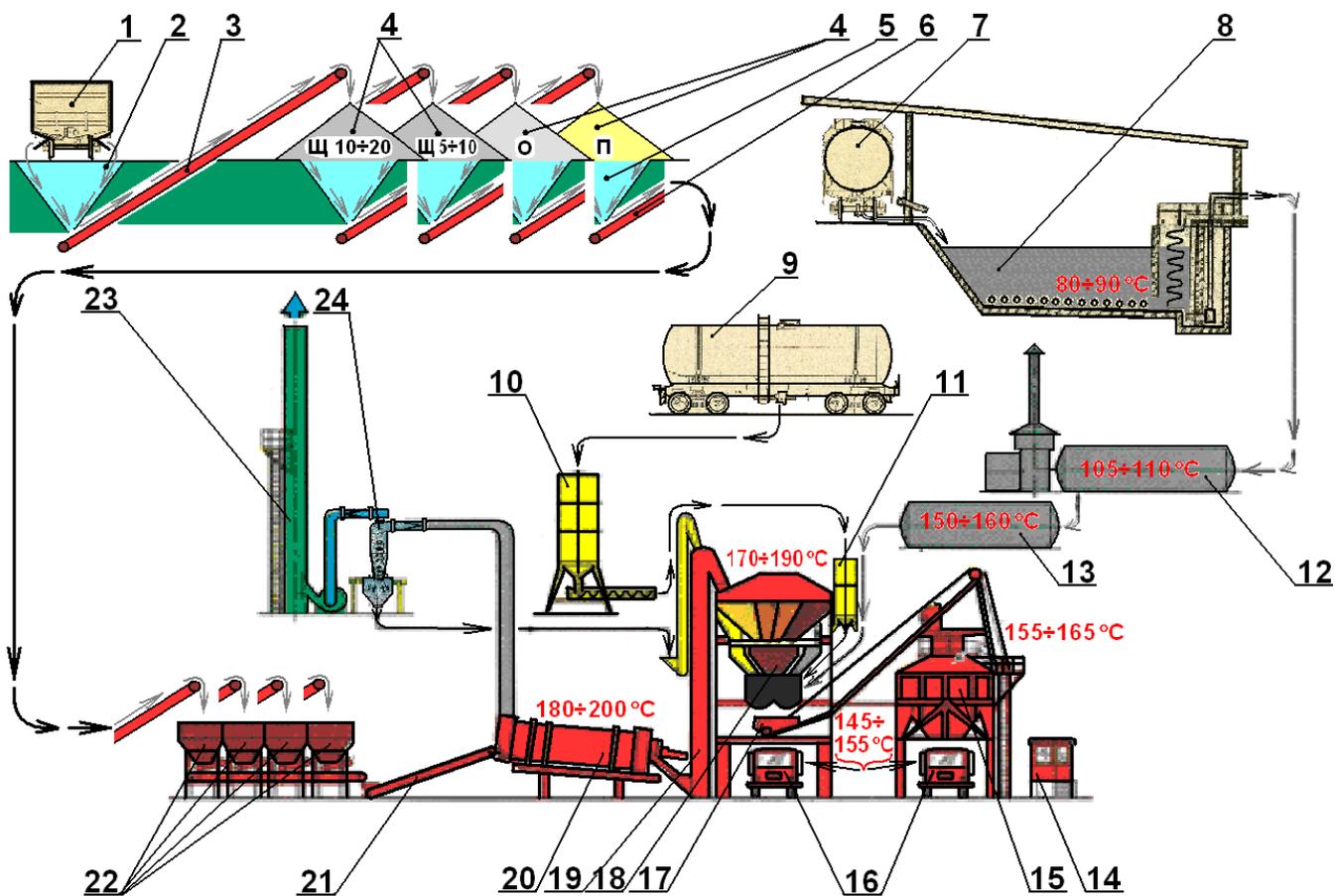


Рис. 6. 1. Схема технологического процесса производства асфальтобетонной смеси: 1 – четырнадцатилюковый грузовой железнодорожный вагон для сыпучих материалов; 2 – подвагонный приёмный бункер; 3 – подбункерный ленточный конвейер; 4 – склады минеральных сыпучих материалов (щебень, отсеv, песок); 5 – подштабельный приёмный бункер; 6 – подштабельный ленточный конвейер; 7 – железнодорожная цистерна для транспортировки вяжущего; 8 – битумохранилище; 9 – железнодорожная цистерна для транспортировки минерального порошка; 10 – склад минерального порошка; 11 – расходная ёмкость минерального порошка; 12 – битумоплавильный агрегат; 13 – рабочий котёл вяжущего; 14 – кабина оператора; 15 – термос-бункер для хранения асфальтобетонной смеси; 16 – автомобиль для транспортировки асфальтобетонной смеси; 17 – скиповый подъёмник для транспортировки асфальтобетонной смеси в термос-бункер; 18 – асфальтосмесительный агрегат; 19 – горячий элеватор; 20 – сушильный барабан; 21 – ленточный конвейер загрузки материалов в сушильный барабан; 22 – питатели предварительного дозирования; 23 – пылеулавливающее устройство; 24 – циклон.

Производство асфальтобетонных смесей на заводах включает следующие операции:

1. Разгрузка минеральных материалов и подача их на склады;
2. Предварительное дозирование песка, щебня и их перемещение в сушильный барабан;
3. Нагрев песка и щебня в сушильном барабане до рабочей температуры ($180\div 200$ °С) и их транспортирование в смесительный агрегат;
4. Рассев, точное дозирование минеральных материалов (щебень, отсев, песок) и их сухое предварительное перемешивание в смесителе ($10\div 15$ с);
5. Разгрузка и хранение органических вяжущих в крытых хранилищах, предварительное выпаривание ($105\div 110$ °С) воды из них в битумоплавильных агрегатах и транспортировка в котлы для нагрева до рабочей температуры ($150\div 160$ °С);
6. Транспортировка вяжущего и минерального порошка к смесителю, их дозирование и перемешивание в смесителе с минеральными материалами в последовательном объединении битума с крупными составляющими (битум + щебень, отсев, песок в течение $5\div 7$ с) с дальнейшим объединением всех составляющих с минеральным порошком ($30\div 40$ с);
7. Выпуск готовой смеси ($145\div 155$ °С) и контроль ее качества.

Это основные технологические операции, осуществляемые на асфальтобетонных заводах. При необходимости на заводе может производиться дробление каменных материалов на щебень, производство минерального порошка и его активация, получение битума в заводской окислительной установке [26, 27].

Отдельные параметры технологического процесса производства асфальтобетонных смесей могут изменяться в зависимости от вида и типа выпускаемых смесей (введение армирующих и стабилизирующих волокон – ЩМА, введение пигмента – цветной а/б и т.д.).

Основным оборудованием производственного предприятия считается то оборудование, без которого невозможно изготовление основной его продукции [26-30]. К основному технологическому оборудованию АБЗ относятся:

- разгрузочное оборудование исходных материалов (подвагонные и подземные бункеры, эстокады, разгрузчики, приёмные

- разгрузочные бункеры минерального порошка (МП) или цемента и т.д.);
- транспортное оборудование исходных материалов (ленточные конвейеры, погрузчики, бульдозеры, пневмопроводы, битумопроводы);
- склады органических вяжущих и МП;
- установки для выпаривания и подогрева битума до рабочего состояния;
- агрегаты предварительного дозирования (бункеры и дозаторы питателей);
- сушильный агрегат (сушильный барабан);
- транспортное оборудование горячих каменных материалов (горячий элеватор);
- смесительный агрегат (сортировочное оборудование горячих каменных материалов – грохоты, агрегаты точного дозирования – бункеры и дозаторы, смесительная камера);
- дозатор органических вяжущих материалов;
- агрегат минерального порошка (МП);
- расходная ёмкость битума.

В качестве примера основного оборудования может служить асфальтосмесительная установка ДС-117-2К, производительностью 32 т/ч, представленная на рисунке 6.2. Та часть оборудования, которая напечатана на рисунке 6.2 *курсивом*, относится к основному технологическому оборудованию, без которого невозможно производство асфальтобетонных смесей. На рисунке 6.2 не отображены такие основные технологические операции, как разгрузка основных составляющих материалов (щебень, отсев, песок, минеральный порошок, битум) асфальтобетонной смеси.

Разгрузка каменных материалов может производиться из железнодорожных грузовых 14-люковых вагонов для сыпучих материалов (рис. 6.3) в подвагонный бункер с последующим их транспортированием ленточным конвейером на склад, к питателям предварительного дозирования и в сушильный барабан, как показано на рисунке 6.4 или более простым способом с высокой насыпи и последующим формированием складов минеральных материалов бульдозерами и погрузчиками (рис. 6.5). При разгрузке каменных материалов из автосамосвалов (рис. 6.3) могут быть использованы эстакады с надземными бункерами (рис. 6.6а) или подземные бун-

керы (рис. 6.6б) с их транспортировкой ленточными конвейерами на склад (рис. 6.6).

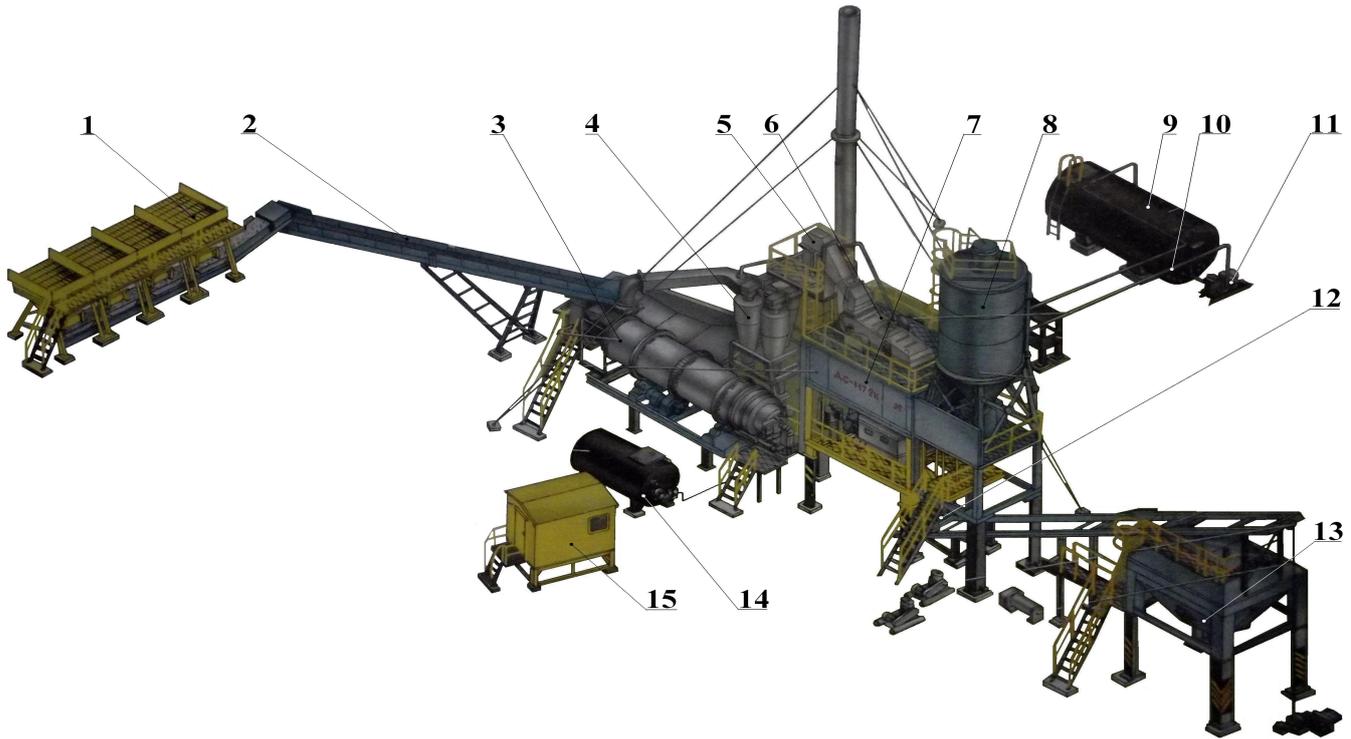


Рис. 6.2. Внешний вид асфальтосмесительной установки ДС-117-2К (32 т/ч):
1 – агрегат питания; 2 – ленточный конвейер; 3 – сушильный барабан;
4 – пылеочистители; 5 – горячий элеватор; 6 – грохот; 7 – смесительный агрегат;
8 – агрегат минерального порошка; 9 – расходная ёмкость битума; 10 – битумные коммуникации; 11 – битумный насос; 12 – тележка скипового подъёмника; 13 – термос-бункер готовой смеси; 14 – топливный бак; 15 – кабина оператора.

Критериями выбора способов разгрузки минеральных материалов являются вид их транспортировки (железнодорожный или автомобильный транспорт) и производительность предприятия. Как правило, для разгрузки железнодорожного транспорта используют стационарное или мобильное высокопроизводительное оборудование [27], обеспечивающее бесперебойное ритмичное освобождение грузовых вагонов и цистерн от грузов, что бы избежать штрафных санкций за несвоевременное освобождение транспортных единиц.

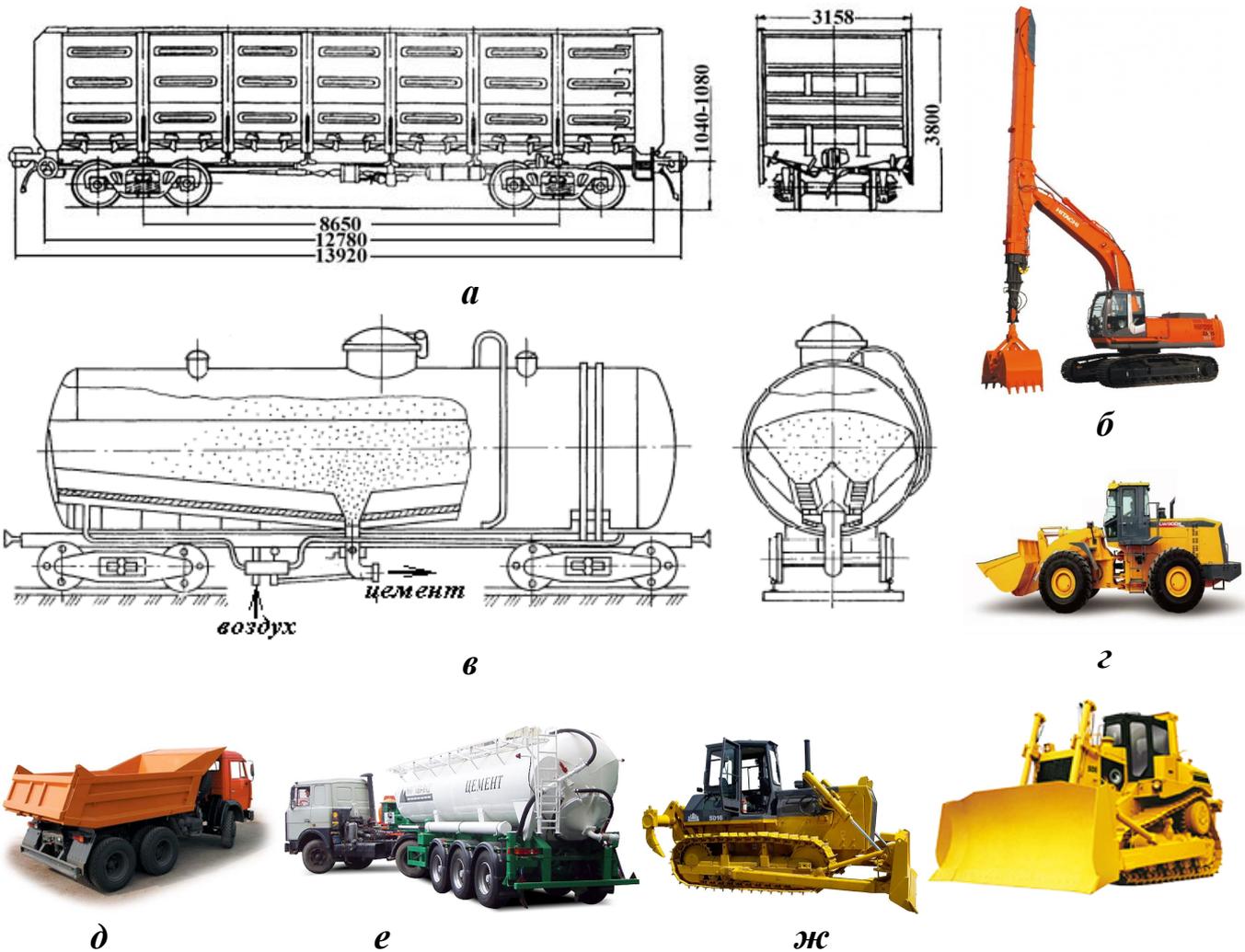


Рис. 6.3. Средства транспортировки и разгрузки сыпучих минеральных материалов: *а* – железнодорожный грузовой 14-люковый вагон для сыпучих материалов; *б* – грейферный экскаватор; *в* – железнодорожный цементовоз для транспортировки минерального порошка; *г* – фронтальный погрузчик; *д* – автосамосвал; *е* – автоцементовоз для транспортировки минерального порошка; *ж* - бульдозеры

При выборе транспортного и разгрузочного оборудования многообразие комбинаций должно подчиняться принципу сопоставимой производительности взаимодействующих единиц, позволяющей в кратчайшие сроки производить транспортировку и разгрузку при минимальных затратах трудовых, энергетических и финансовых ресурсов без потери качества материалов [26-30]. Скорость разгрузки должна соответствовать временные требования железнодорожных норм, предъявляемые к потребителям.

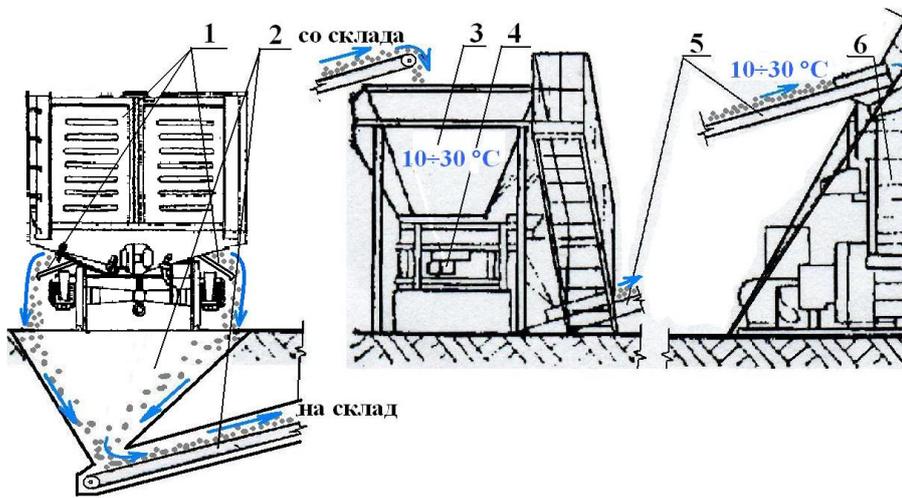


Рис. 6.4. Схема разгрузки минеральных материалов из железнодорожного вагона в подвагонный бункер, транспортировка их ленточным конвейером на склады, в питатели и к сушильному барабану: 1 – железнодорожный грузовой вагон с нижними люками; 2 – подвагонный бункер с конвейерной галереей; 3 – приёмный бункер питателя; 4 – дозатор; 5 – конвейер дозатора; 6 – сушильный барабан

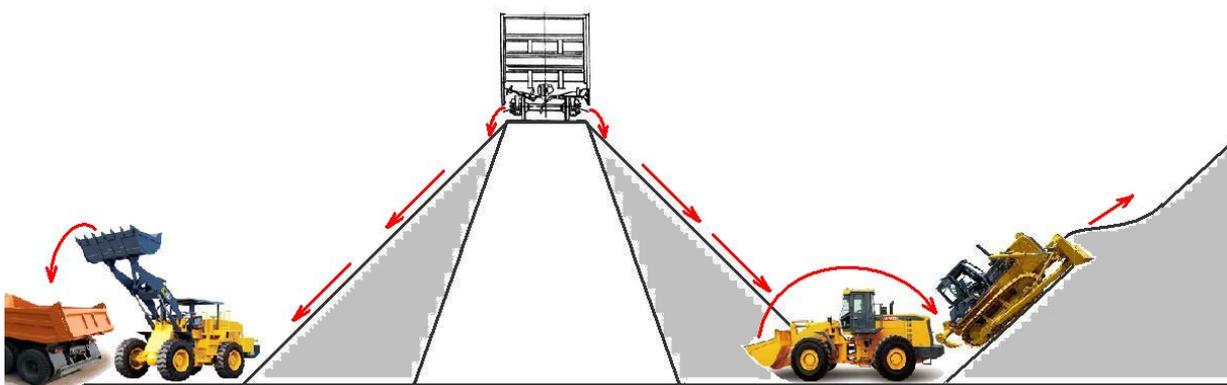


Рис. 6.5. Разгрузка каменных материалов с высокой насыпи

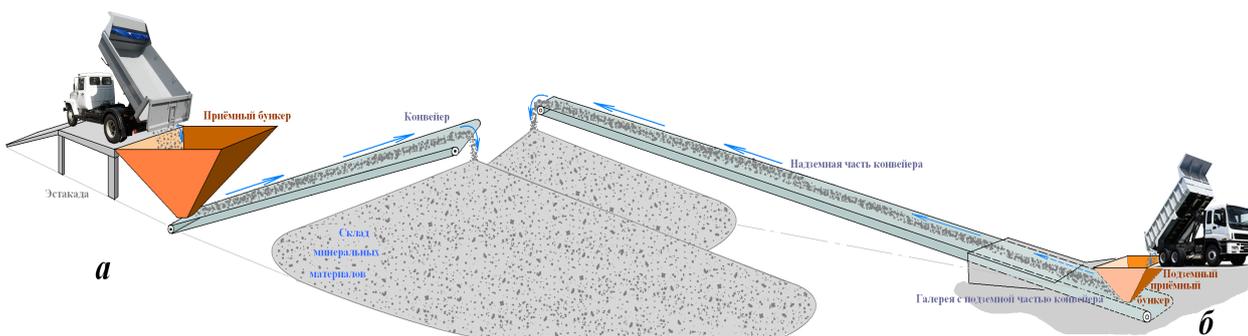


Рис. 6.6. Способы разгрузки каменных материалов из автосамосвалов с эстакады в надземный бункер (а) и в подземный бункер (б) с их транспортировкой ленточными конвейерами на склад

При большой производительности предприятия используется стационарное высокопроизводительное разгрузочное оборудование, типа радиально-штабелирующих конвейеров или передвижных ленточных транспортеров которое, в свою очередь, формирует решение о конфигурации, геометрической форме складов минеральных материалов, целесообразности и необходимости разветвлённой системы последующего транспортирования минеральных материалов (щебень, песок, отсев). В разветвлённую систему транспортирования минеральных материалов могут входить следующие устройства и агрегаты: подштабельные приёмные бункеры, подземные галереи с ленточными конвейерами, распределительные двухрукавные бункеры-воронки, направляющие скребки с лотками (рис. 6.7).

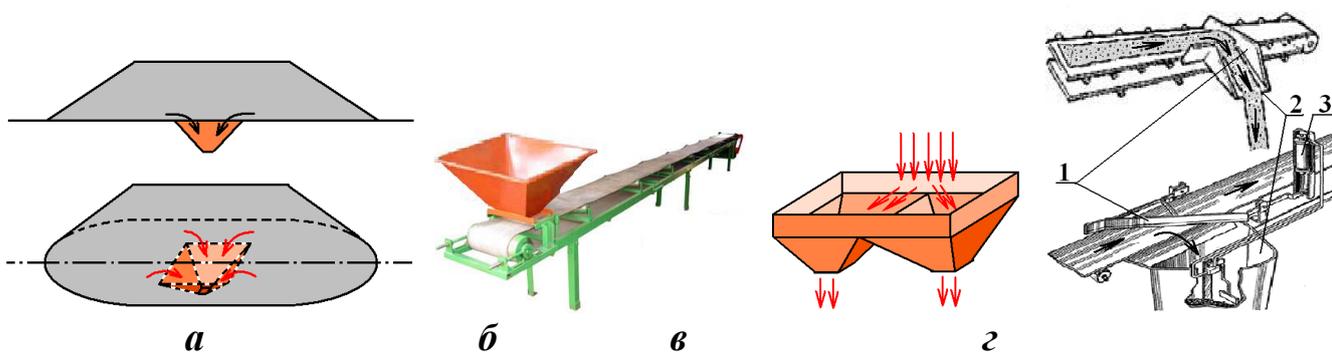


Рис. 6.7. Устройства и агрегаты системы транспортирования минеральных материалов: *а* – подштабельный приёмный бункер; *б* – ленточный конвейер; *в* – распределительный двухрукавный бункер-воронка; *г* – направляющие скребки с лотками: 1 – направляющий скребок; 2 – направляющий лоток; 3 – подъёмный механизм скребка

Со складов минеральные материалы (щебень, отсев, песок) транспортируются в бункеры питателей (рис. 6.4 и 6.8) при помощи погрузчиков или бульдозеров на предприятиях с малой мощностью, а на предприятиях большой производительности используют подземные галереи с ленточными конвейерами и подштабельными приёмными бункерами. Функциональное назначение питателей заключается в предварительном дозировании минеральных материалов перед их термообработкой, что бы заполнение бункеров точного дозирования на смесительном агрегате было равномерным и пропорциональным.



Загрузка погрузчиком



Загрузка бульдозером



Загрузка ленточными конвейерами

Рис. 6.8. Виды загрузки агрегатов питания

После предварительного дозирования при помощи ленточного конвейера минеральные материалы загружаются в сушильный агрегат (рис. 6.4 и 6.9). Назначение сушильного агрегата в высушивании и нагреве до рабочей температуры ($180\div 200\text{ }^{\circ}\text{C}$) минеральных материалов (щебень, отсев, песок).

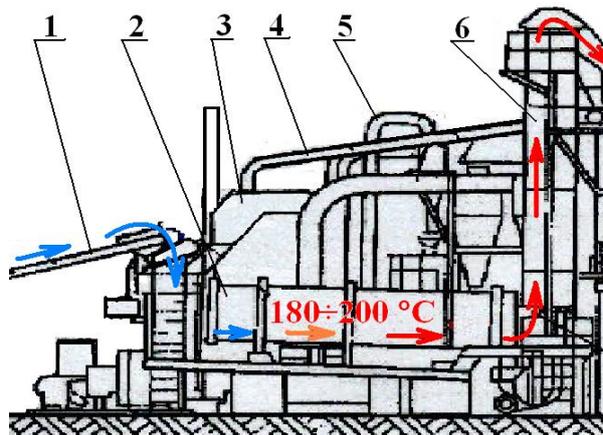


Рис. 6.9. Схема сушильного агрегата: 1 – ленточный конвейер подачи минеральных материалов; 2 – сушильный барабан; 3 – система мокрой пылеочистки; 4 – вытяжная система пылеочистки горячего элеватора; 5 – система сухой пылеочистки; 6 – горячий элеватор

После нагрева минеральные материалы перемещаются в смесительный агрегат (рис. 6.10). Движение нагретых минеральных материалов от сушильного барабана до смесительного агрегата осуществляется при помощи элеватора горячих материалов. Для обеспечения надёжной работы горячего элеватора все его составляющие конструктивные детали (кожух, ковши, цепной механизм транспортировки) изготавливаются из стали.

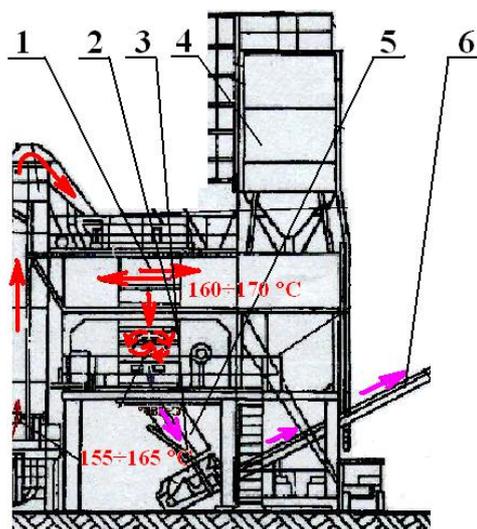


Рис. 6.10. Схема смесительного агрегата: 1 – горячие грохоты; 2 – смесительная камера; 3 – скиповая тележка; 4 – расходная ёмкость минерального порошка; 5 – механизм выгрузки готовой смеси; 6 – скиповый подъёмник

Доставленные в смесительный агрегат нагретые минеральные материалы попадают на систему сит горячего грохота, где они рассеиваются на 6 отдельных фракций в соответствии с заданными размерами (диаметром) зёрен (от 0,14 мм до 40 мм). Из рассеянных минеральных материалов при помощи дозаторов точного дозирования составляют минеральные смеси. Отдозированные минеральные материалы (щебень, отсев, песок) поступают в смесительную камеру и перемешиваются в течение 10÷15 с.

Доставленные железнодорожным или автомобильным транспортом органические вяжущие материалы (битум) выгружают способом самовытекания в битумохранилище (рис. 6.11) после их разогрева до температуры 80÷90 °C при помощи пара (150÷180 °C), полученного из передвижного или стационарного парогенератора и пропущенного через конструктивную термоизоляционную полость

между внутренней ёмкостью цистерны и защитным кожухом. Битум, разогреты до температуры текучести $80\div 90$ °С, при помощи битумного шестерёнчатого насоса перекачивают в битумоплавильный агрегат для выпаривания из него воды. Выпаривание воды из битума производится при температуре $105\div 110$ °С. Превышение рекомендованной температуры может привести к вспениванию и выплёскиванию битума из битумоплавильного агрегата в результате резкого увеличения объёма.

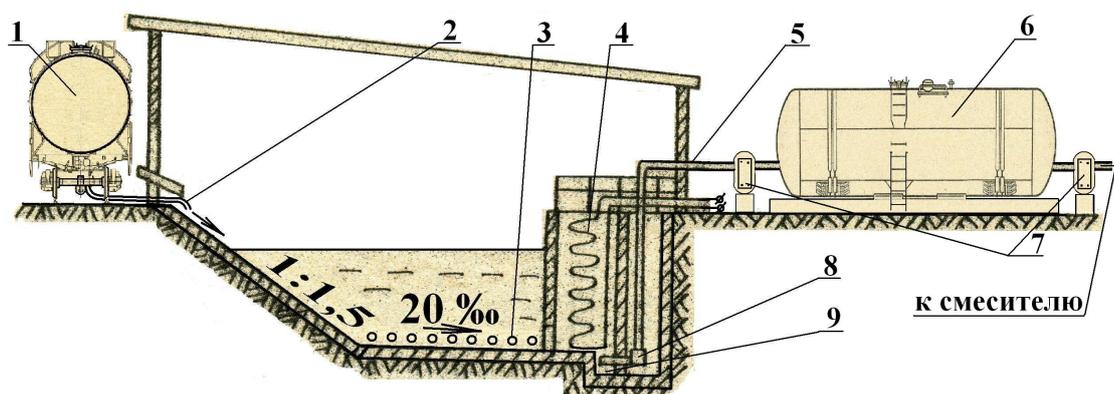


Рис. 6.11. Технологическая схема подготовки битума: 1 – железнодорожная цистерна с битумом; 2 – трубопровод для выкачивания битума из железнодорожной цистерны в битумохранилище; 3 – трубопровод газового, парового или жидкостного подогрева; 4 – электрический нагреватель битума в приямке; 5 – битумопровод; 6 – битумоплавильный агрегат для обезвоживания битума; 7 – битумные насосы; 8 – оголовок для приёма битума; 9 – приямок

Выпаренный (обезвоженный) битум нагревают до рабочей температуры ($150\div 160$ °С) и перекачивают в рабочий котёл, где постоянно поддерживается рабочая температура. Из рабочего котла по битумопроводу битум поступает в объёмный дозатор с последующим транспортированием его в смесительную камеру, где он смешивается с минеральной смесью (щебень, отсев, песок).

При производстве асфальтобетонной смеси точность дозирования органических вяжущих составляет 1,5 % от их массы. Это довольно высокая точность и добиваются ее с помощью специальных дозаторов. Для дозирования битума используют в основном дозаторы объёмного действия, но могут применяться и весовые дозаторы.

Существуют несколько типов объёмных дозаторов: трубчатые, поплавковые, насосы-дозаторы.

Работа трубчатого дозатора (рис. 6.12) основана на принципе сообщающихся сосудов. Рабочая камера 1 наполняется битумом через наполнительную трубку 6 до тех пор пока уровень битума в камере не достигнет верхней части перепускной рабочей трубки 3, которая находится в плавучем положении за счёт воздуха, который её заполняет. Битум, достигший верхнего уровня рабочей трубки 3, заполняет её и трубка под собственным весом и весом битума, который её наполнил, опускается в низ до дна камеры, включая механизм слива. При включении механизма слива перепускной вентиль 5 и кран 7 автоматически переключаются из положения «наполнение» в положение «слив», что позволяет битуму, находящемуся в трубах ниже уровня битума в камере 1, сливаться по сливной трубке 8 в смесительную камеру, увлекая за собой битум из камеры по закону сообщающихся сосудов. После полного вытекания битума из камеры дозатора 1 в рабочую трубку 3 попадает воздух и она поднимается в заданное положение 2, автоматически переключая перепускной вентиль 5 и кран 7 из положения «слив» в положение «наполнение», тем самым, запуская механизм наполнения рабочей камеры дозатора 1 новой порцией битума.

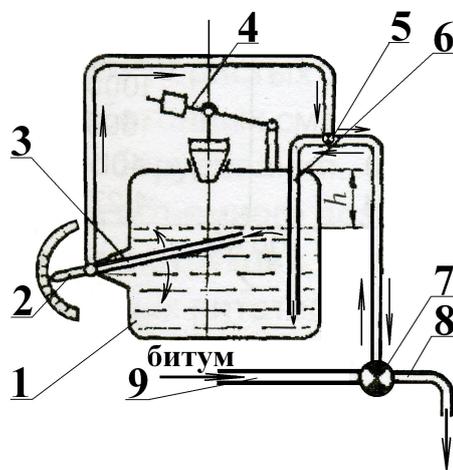


Рис. 6.12. Конструкция трубчатого объёмного дозатора: 1 – рабочая камера дозатора; 2 – показатель заданного объёма битума; 3 – перепускная рабочая трубка; 4 – перепускной клапан регулировки давления; 5 – перепускной вентиль на два положения; 6 – наполнительная трубка; 7 – кран на три положения; 8 – сливная трубка; 9 – битумопровод

Поплавковый дозатор с жёстким штоком на поплавке (рис. 6.13а) осуществляет дозирование битума следующим образом: из битумопровода 2 битум через наполнительный кран 3 поступает в

дозировочную емкость 1. Количество битума в этой емкости регистрируется с помощью управляющего контактора 4, связанного штоком с поплавком 5. Когда контактор 4 замыкается при достижении поплавка 5 положения, соответствующего требуемому количеству битума, срабатывает электромагнитный клапан и наполнительный кран 3 закрывается, после чего срабатывает электромагнитный клапан сливного крана 6 и открывает кран 7 слива 8 и битум поступает в смесительное отделение.

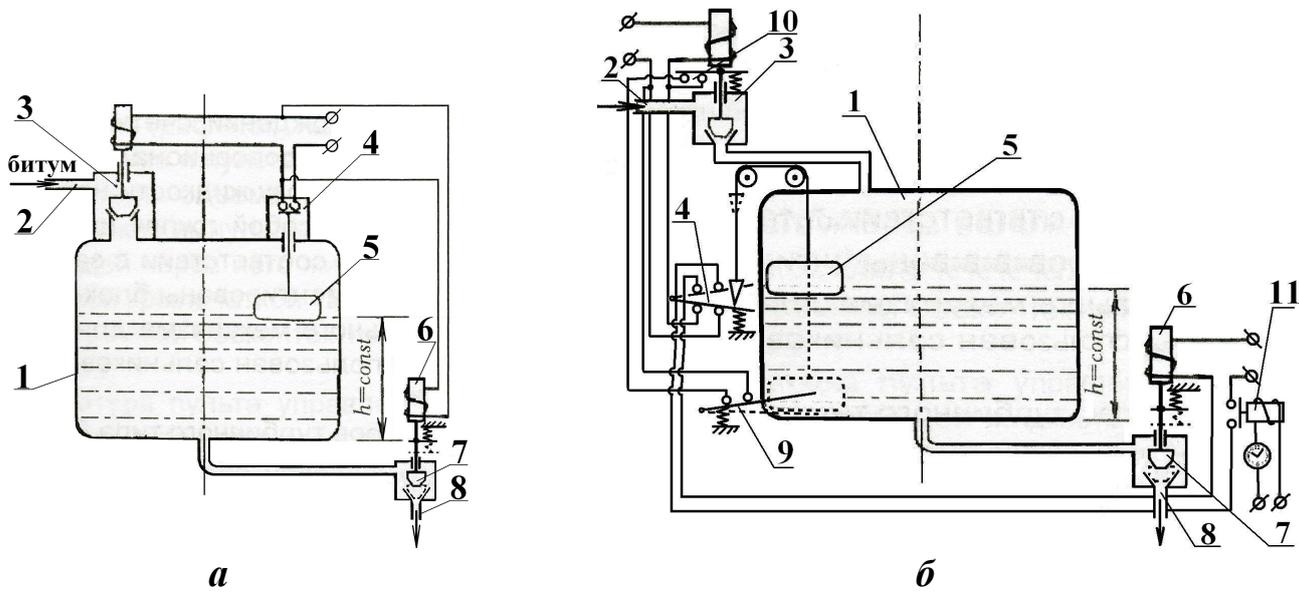


Рис. 6.13. Конструкция поплавковых дозаторов со штоком на поплавке (а) и с контакторным грузом на поплавковом тросе (б): 1 – ёмкость дозатора; 2 – битумопровод; 3 – наполнительный кран; 4 – управляющий контактор; 5 – поплавок; 6 – электромагнитный клапан сливного крана; 7 – сливной кран; 8 – сливной битумопровод; 9 – управляющий контактор начала наполнения; 10 – управляющий контактор прекращения наполнения; 11 – электромагнитный контактор таймера

Поплавковый дозатор с контакторным грузом на поплавковом тросе (рис. 6.13б) более точно дозирует битум по сравнению с поплавковым дозатором со штоком на поплавке (рис. 6.13а) за счёт более точной фиксации начала и конца наполнения ёмкости дозатора. Вторым его достоинством является наличие таймера, учитывающего время перемешивания, тем самым не позволяющего сливать битум в смесительную камеру до начала следующего цикла.

Дозаторы имеют паровую рубашку и обогреваются, так как их работоспособность и точность их работы в значительной степени зависит от вязкости битума.

Транспортирование минерального порошка производят в железнодорожных (рис. 6.3*в*) или автомобильных (рис. 6.3*е*) цементовозах. Разгрузку минерального порошка производят с помощью сжатого воздуха по пневмопроводу в силосные склады с последующим транспортированием силос-бункер на смесительном агрегате. Дозирование минерального порошка производят шнековым дозатором. Поскольку щебень, отсев и песок относятся к кислым горным породам, которые хуже смачиваются битумом по сравнению с карбонатными горными породами, поступление карбонатного минерального порошка в смесительную камеру производят через 5÷7 секунд после поступления битума, что бы избежать неравномерного распределения битума по поверхности различных по природе каменных материалов. Окончательное перемешивание всех компонентов асфальтобетонной смеси производят в течение 30÷40 с.

Приготовленная асфальтобетонная смесь с температурой, находящейся в диапазоне от 155 °С до 165 °С, выгружается в автосамосвал или при помощи скипового подъёмника перегружается в термос-бункер. Время хранения готовой асфальтобетонной смеси в термос-бункере не должно превышать 8 часов при условии, что температура не опустится ниже 145 °С. Если температура приближается к критическому показателю, необходимо предпринять меры для освобождения термос-бункера для предупреждения увеличения вязкости асфальтобетонной смеси, влекущей за собой блокирование разгрузочного затвора.

Готовую асфальтобетонную смесь с температурой в диапазоне от 145 °С до 165 °С, загруженную в автосамосвал, укрывают брезентовым полотном, что бы избежать быстрого снижения температуры. Дальность возки асфальтобетонной смеси определяют по скорости снижения температуры до показателя 120 °С, как оптимальной температуры устройства и уплотнения для получения качественного асфальтобетонного дорожного покрытия.

6.3. Разновидности складов минеральных материалов и механизмов для их разгрузки

По способу хранения сыпучих минеральных материалов (щебень, отсев, песок) склады делятся на открытые и закрытые. Пере-

движные асфальтобетонные заводы оборудуются, как правило, открытыми складами. Крупные стационарные заводы довольно часто имеют закрытые склады.

По своей конструкции [27] склады разделяются на конусные, штабельные, безэстакадные, эстакадные, силосные, бункерные, полубункерные (рис. 6.14).

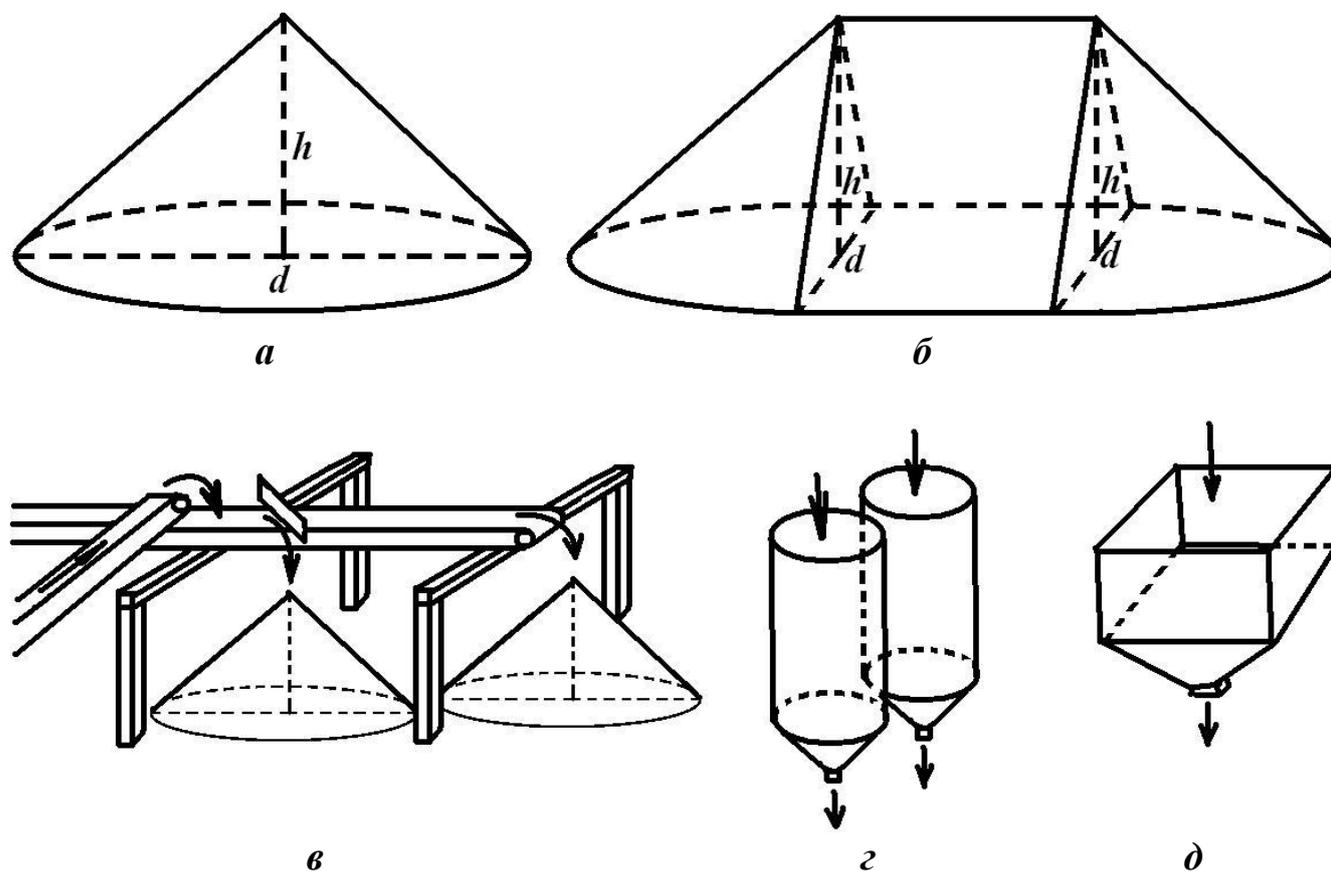


Рис. 6.14. Схема конструкции складов минеральных материалов:
a – конусные; *б* – штабельные; *в* – эстакадные;
г – силосные (минеральный порошок); *д* – бункерные

В большинстве случаев щебень и песок поступают железнодорожным или автомобильным транспортом. Бывают случаи комбинированной доставки обеими видами транспорта. В тех случаях, когда предприятие расположено на берегу водоема, возможен транспорт материалов водным путем с помощью барж.

При выборе типа складов для минеральных составляющих асфальтобетонных смесей следует учитывать следующее:

- хранение и складская переработка минеральных материалов должны производиться без ухудшения их качества;
- желательно на стационарных заводах применять крытые склады, что облегчает технологический процесс, особенно при отрицательных температурах воздуха, положительно сказывается на качестве;
- наиболее экономичной является схема штабельная с большими высотами штабеля;
- для закрытых складов достаточно эффективной является полубункерная схема с углом наклона стенок, обеспечивающая гравитационное истечение заполнителей на подштабельный конвейер.

По методам разгрузки склады делятся на:

- разгружаемые методом гравитации;
- разгружаемые специальными машинами – грейферными кранами, разгрузчиками, методом сталкивания, вычерпыванием.

Разгрузка методом гравитации очень удобна, экономична по сравнению с другими методами [30]. Смысл ее следующий: прибывающие по железной дороге минеральные материалы в грузовых 14-люковых вагонах для сыпучих материалов, которые устанавливаются над приемным подрельсовым бункером, разгружаются самотёком, а из бункера разгрузочным устройством типа радиально-штабелирующих конвейеров (РШК-20, РШК-30, РШК-40), схематическое изображение которых представлено на рисунке 6.15, или передвижных ленточных транспортеров (ТК-1Б, ТК-2Б, ТК-11А, ТК-12А, ТК-13, ТК-14) транспортируют на склад. Численные значения в маркировании радиально-штабелирующих конвейеров обозначают полезную длину рабочего конвейера.

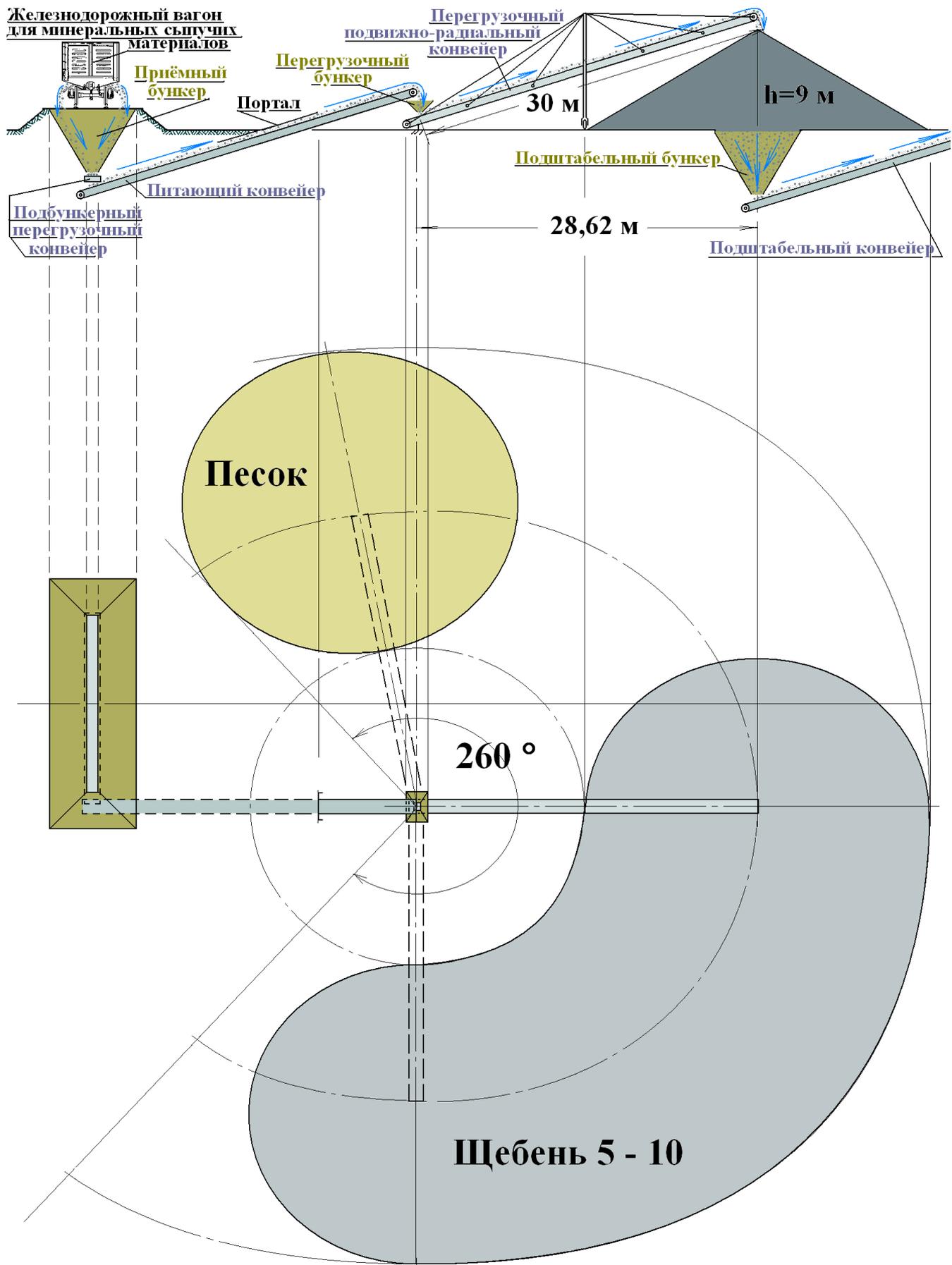


Рис. 6.15. Схема радиально-штабелирующего конвейера РШК-30

Из подрельсовых приемных бункеров материал может подаваться по двум схемам:

первая – радиально-штабелирующим транспортёром в веерный склад со складированием в виде конусов или радиальных штабеле;

вторая – ленточным транспортером в надштабельную галерею эстакадно-штабельного склада с формированием конусов минеральных материалов, посредством изменения направления их движения под прямым углом направляющим скребком (рис. 6.7г) с конвейерной ленты на лоток и ссыпанием на склад.

Метод сталкивания применяется при поступлении материалов на железнодорожных платформах (в бортовых автомобилях). Материалы сталкиваются разгрузчиком Т-182А, производительность 200 т/час.

При использовании метода вычерпывания применяются грейферные краны, многоковшовые разгрузчики С-492 (новая модификация ТР-2А). Они разгружают с платформ и из полувагонов и одновременно штабелируют. Производительность разгрузчика 300-400 т/час (зимой 150 т/час), высота штабеля до 9 м.

Портальный многоковшовый разгрузчик С-492 (ТР-2А) значительно экономнее, чем Т-182А.

При смерзании в вагонах в зимнее время каменных материалов разгрузка их существенно затрудняется. Поэтому в месте разгрузки устанавливаются бурорыхлительные машины или перфораторы. Виброрыхлительные, в частности, установлены на машинах С-492.

РАЗДЕЛ 7 ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ АБЗ

7.1 Конструктивные особенности агрегатов питания.

При производстве асфальтобетонных смесей одной из важнейших операций является равномерная подача в требуемых соотношениях и с необходимой производительностью холодных и влажных минеральных материалов (щебня и песка) в сушильный барабан. Для решения этой проблемы потребовалось создать агрегат питания (рис. 7.1) как промежуточное звено между складами песка, щебня и сушильно-смесительным технологическим оборудованием [30].

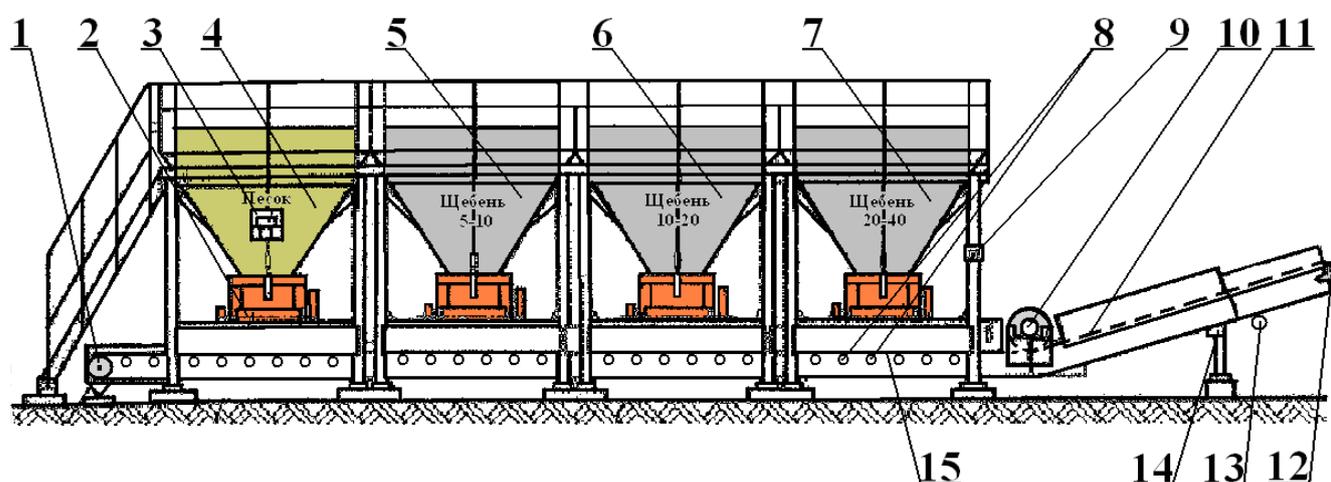


Рис. 7.1. Агрегат питания: 1 – ведомый барабан; 2 – дозатор питатель; 3 – вибратор; 4 – бункер песка; 5 – бункер щебня фракции 5-10 мм; 6 – бункер щебня фракции 10-20 мм; 7 – бункер щебня фракции 20-40 мм; 8 – опорные ролики; 9 – пульт управления; 10 – барабан; 11 – желобчатая роликовая опора; 12 – ведущий барабан; 13 – нижний натяжной ролик; 14 – опора ленточного конвейера; 15 – конвейерная лента

Равномерная подача каменных материалов агрегатами питания в сушильный барабан является необходимым условием обеспечения стабильности процесса сушки и нагрева каменных материалов и бесперебойной работы смесительного агрегата. Агрегат питания обеспечивает требуемое содержание в смесях песка, различных фракций щебня.

Для предварительного дозирования минеральных материалов, поступающих из бункеров, под бункерами агрегатов питания уста-

новлены питатели. Применяются следующие конструкции питателей [30]:

- консольно-весовые;
- дисковые (тарельчатые);
- качающиеся кареточные;
- вибрационные;
- ленточные с регулировкой по скорости;
- пластинчатые;
- сервоприводные.

Основными узлами агрегатов питания (рис. 7.2) являются бункер 4, питатель 6, регулятор количества материалов 3 и базовая опорная рама. Принципиальное отличие питателей в конструкции устройства, определяющего количество материала на питателе и способе регулирования этого количества.

Отечественные и зарубежные агрегаты питания включают в себя от одного до шести бункеров, что позволяет осуществлять предварительное дозирование до шести видов или фракций материалов. Бункера предварительного дозирования располагаются над горизонтальным ленточным конвейером. Как правило, для подачи песка служит крайний (дальний от сушильного барабана) бункер. Благодаря этому щебень попадает не на чистую ленту транспортера, а на слой песка на транспортере. Таким образом, транспортерная лента меньше изнашивается.

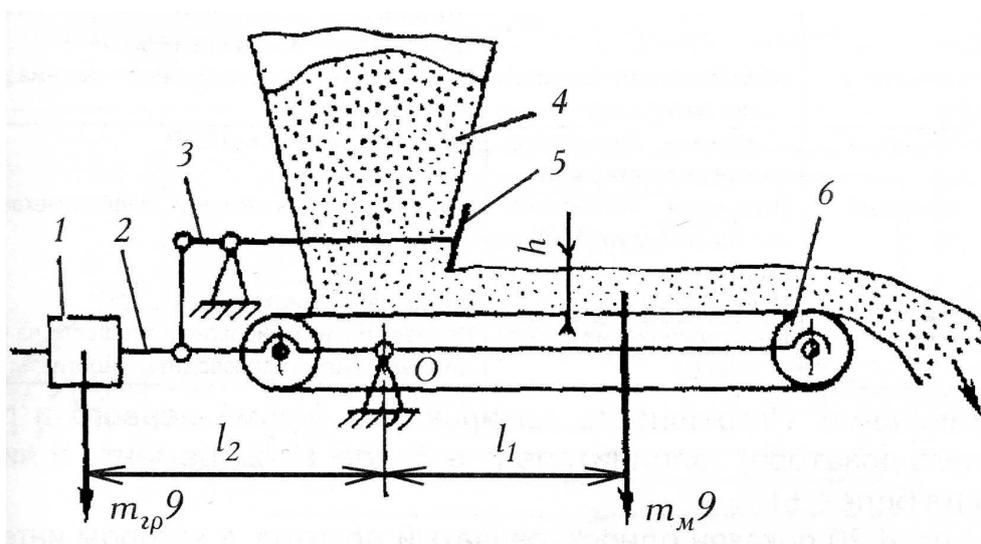


Рис. 7.2. Схема одноагрегатного дозатора с консольно-весовым ленточным питателем и регулированием по массе: 1 – уравнивающий груз; 2 – консольная подвеска питателя; 3 – рычажная система привода шибера; 4 – бункер с материалом; 5 – шибер; 6 – ленточный питатель

Консольно-весовые питатели (рис. 7.2) дозируют сыпучий материал за счёт механической работы пружинно-консольного устройства 2 или электронно-тензометрического определения веса материала на консоли питателя и механического 3 или электрического закрывания шиберной заслонки [31].

Тип питателей, в которых используется принцип регулирования количества материала по его массе на ленточном питателе, наиболее часто применяется на производстве в следствие надёжной работы его конструкции.

Дисковые питатели (рис. 7.3) наиболее просты по конструкции. Под выходным отверстием бункеров расположен горизонтальный диск 2 с приводом от электродвигателя 1 и отсекателем 5. Материал под действием собственного веса поступает на вращающийся диск и сбрасывается с него отсекателем. Производительность тарельчатого питателя регулируется обычно изменением положения отсекателя или скорости диска.

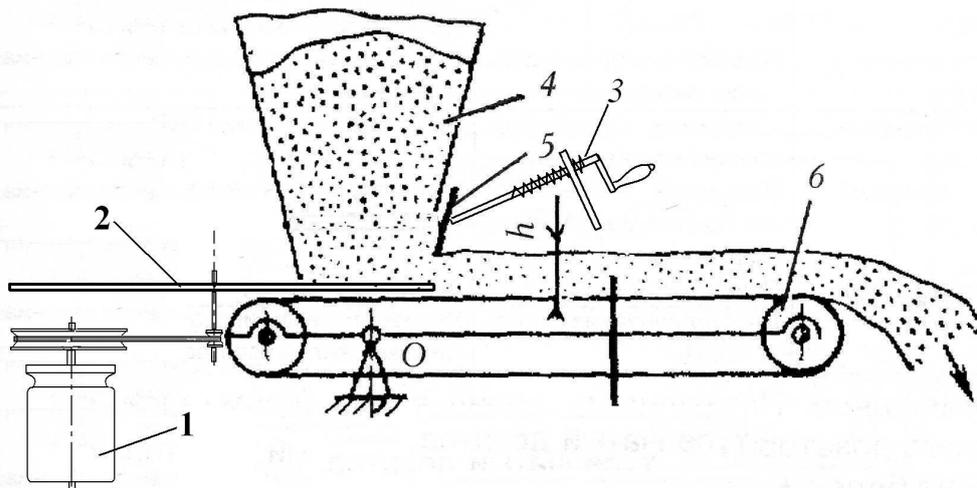


Рис. 7.3. Схема одноагрегатного дозатора с дисковым (тарелочным) питателем и регулированием ручным способом: 1 – электродвигатель диска; 2 – вращающийся диск питателя; 3 – ручное управление привода шиберы; 4 – бункер с материалом; 5 – шибер; 6 – ленточный питатель

Качающиеся кареточные дозаторы (рис. 7.4) работают по принципу выгребания материала из под приёмного бункера 1 и сбрасывания его качающимся кареточным столиком 8 на транспортёрную ленту [30]. Основным элементом кареточного питателя является каретка 7, совершающая возвратно-поступательные движения с помощью шатуна 5, приводимого в действие электродвигате-

лем с редуктором 6. Каретка, установленная в специальных направляющих, имеет длину хода 6 см при 60 двойных ходах в минуту.

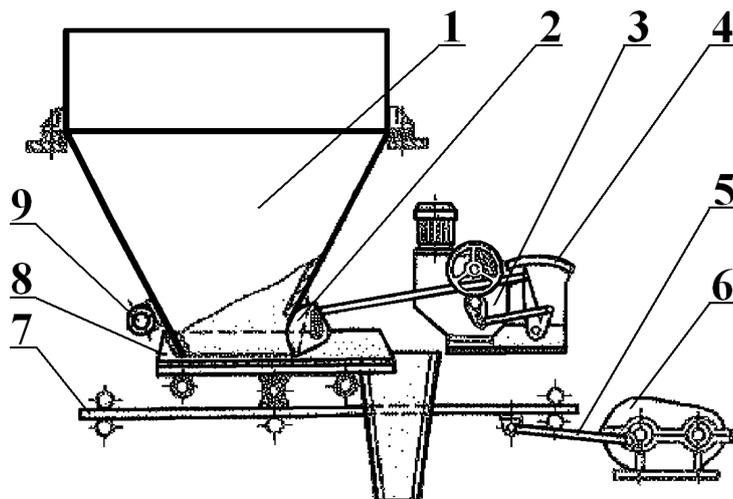


Рис. 7.4. Схема качающегося кареточного дозатора: 1 – приёмный (расходный) бункер; 2 – секторный затвор; 3 – сервомеханизм; 4 – шкала настройки и контроля питателя; 5 – шатун; 6 – электродвигатель с редуктором; 7 – каретка; 8 – стол каретки; 9 – вибратор сводообрушения

Производительность кареточного питателя регулируют секторным затвором 2, приводящимся в действие сервомеханизмом 3, и зависит от ширины каретки, положения секторного затвора, а также от амплитуды и частоты колебаний стола каретки. Настройку питателя и контроль за его работой осуществляют по шкале 4. Для лучшего истечения материала из бункера и предотвращения сводообразования на боковых стенках бункера 1 устанавливают вибратор 9. Отдозированные минеральные материалы из каждого дозатора питателя поступают по сыпным лоткам на ленту сборного транспортёра агрегата питания, направляющую их в сушильный барабан.

Регулирование количества материала происходит за счёт изменения частоты поступательно-возвратных передвижений каретки. Такой тип дозаторов часто применяется для минеральных сыпучих материалов небольшой крупности зёрен (песок, отсев). Использование сыпучих минеральных материалов с крупностью зёрен >5 мм может приводить к неритмичной работе дозаторов подобного типа.

Дозатор вибрационного действия (рис. 7.5) обеспечивает дозирование материалов в результате изменения положения вибрационной воронки 2 под действием на неё эксцентрика 3 и движения

транспортёрной ленты 4. Регулирование подачи материалов производят путём изменения частоты вращения эксцентрика [31].

Вибродозаторы надёжны в эксплуатации, но управление их работой в ручном режиме ограничивает диапазон их применения. На предприятиях с высокой степенью автоматизации вибродозаторы применяют редко из-за их недостаточной автоматизации.

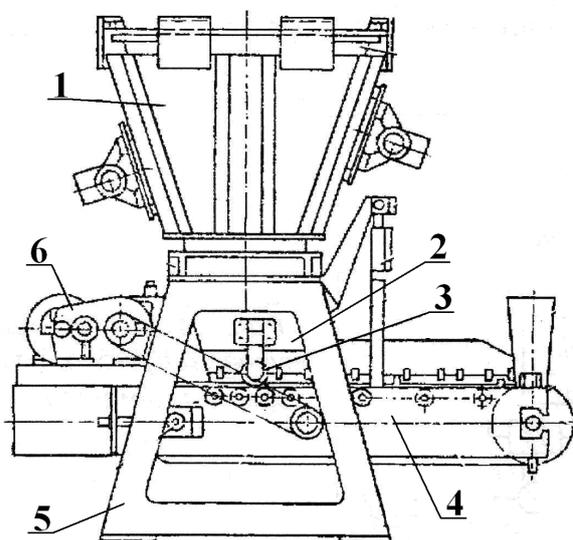


Рис. 7.5. Схема дозатора вибрационного действия: 1 – расходный бункер; 2 – вибрационная воронка; 3 – эксцентрик; 4 – транспортёр; 5 – станина; 6 – двигатель эксцентрика

Питатели, дозирующие материал путём изменения скорости движения транспортёрной ленты (рис. 7.6), регулируются при помощи механизма, определяющего прогиб транспортёрной ленты за счёт увеличения или уменьшения веса материала на ней [31].

Пластинчатые дозаторы имеют примитивное устройство дозирования и регулируются путём изменения зазора между дозирующими пластинами. Применяются пластинчатые дозаторы на АБЗ с малой производительностью и мало автоматизацией, так как процесс управления количеством материала сводится к увеличению или уменьшению зазора между пластинами в ручном режиме.

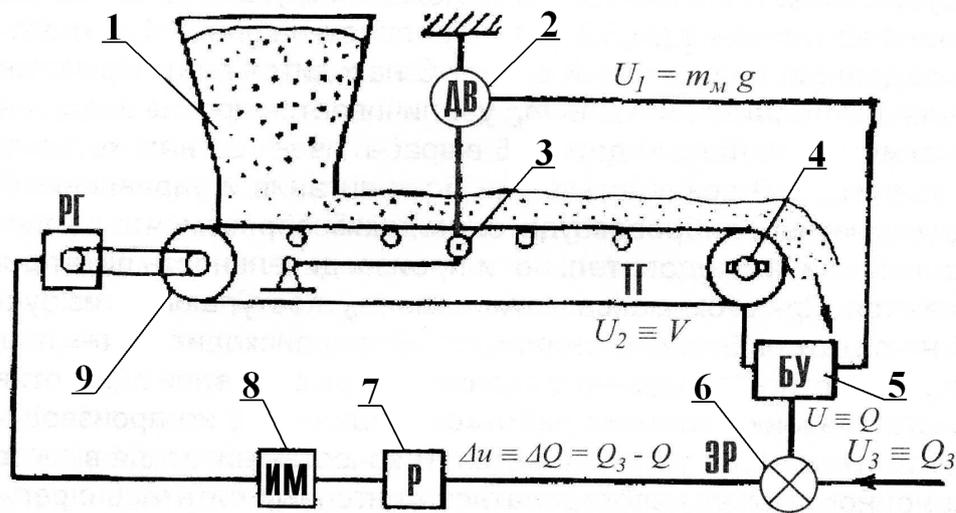


Рис. 7.6. Схема одноагрегатного ленточного дозатора с регулировкой по скорости и весовым роликовым определителем: 1 – расходный бункер; 2 – датчик веса; 3 – весовой ролик; 4 – тахогенератор; 5 – блок умножения; 6 – элемент рассогласования; 7 – регулятор; 8 – исполнительный механизм; 9 – регулируемый привод

Сервоприводные дозаторы (рис. 7.7) укомплектованы унифицированным консольно-весовым транспортёром 1 с определителем количества материала и сервоприводом 3, изменяющим положение заслонки расходного бункера 2 [31]. Управление процессом дозирования производится путём автоматического определения веса материала и регулирования положения сервоприводной заслонки расходного бункера 2.

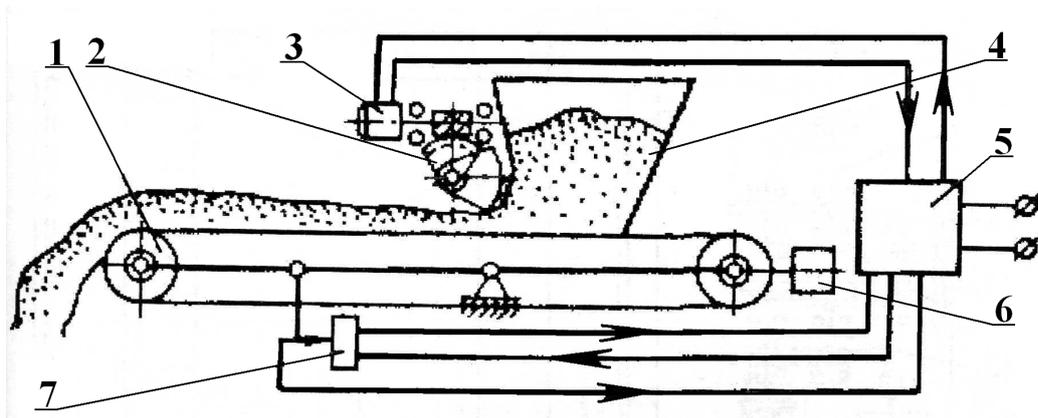


Рис. 7.7. Схема одноступенчатого дозатора с сервоприводной заслонкой: 1 – транспортёрная консоль; 2 – поворотная заслонка расходного бункера; 3 – сервопривод; 4 – расходный бункер; 5 – блок управления сервоприводом; 6 – противовес; 7 – определитель количества материала

7.2 Сушильные барабаны, предназначение, разновидности.

Для просушивания и нагрева холодных минеральных материалов (песка и щебня) служат сушильные агрегаты. После агрегатов питания холодные минеральные материалы поступают в барабан сушильного агрегата, где они просушиваются и нагреваются до рабочей температуры.

Сушильные агрегаты (рис. 7.8) состоят из следующих основных элементов: несущей рамы 5, сушильного барабана 3 с загрузочного 1 и разгрузочного 12 устройств, привода 7 и нагревательной системы 10, 11, 13 [30, 32]. Для хранения жидкого топлива сушильные агрегаты имеют обогреваемые баки. Минеральный материал поступает в сушильный барабан, чаще всего, с противоположного от форсунки торца и движется при вращении барабана в сторону форсунки, навстречу горячим газам.

Движение каменного материала осуществляется благодаря тому, что в сушильном барабане приварены ребра 8 (рис. 7.8б), расположенные винтообразно от одного торца сушильного барабана у загрузочного устройства до другого торца у разгрузочного устройства по все внутренней боковой части таким образом, что при вращении барабана материал передвигается в сторону горячего элеватора, несмотря на встречный уклон. Сушильный барабан установлен под небольшим углом к горизонту ($\approx 2\div 4^\circ$).

В некоторых типах барабанов материал загружается со стороны форсунки.

Отечественная промышленность выпускает следующие типы передвижных сушильных агрегатов: ДС – 35.02.00.000; Д – 588; ДС – 24Б; Д – 620; Д – 646 и ДС – 86, а так же передвижные сушильные агрегаты повышенной мобильности на пневмоколесном ходу, которые входят в асфальтосмесительные установки ДС-65, ДС-79, ДС-95 и ДС-118-4. Основные технические характеристики отечественных сушильных агрегатов [26] представлены в таблице 7.1.

После выхода из сушильного барабана горячие каменные материалы подаются в смесительный агрегат при помощи «горячего» элеватора. «Горячий» элеватор 15 представляет собой транспортную систему с цепной передачей, на которой закреплены ковши для

зачерпывания каменных материалов, поступающих из разгрузочного устройства 12 сушильного агрегата (рис. 7.8). Для обеспечения надёжного и безопасного перемещения нагретых каменных материалов все элементы «горячего» элеватора производятся из металла. Схема и устройство «горячего» элеватора представлены на рисунке 7.9.

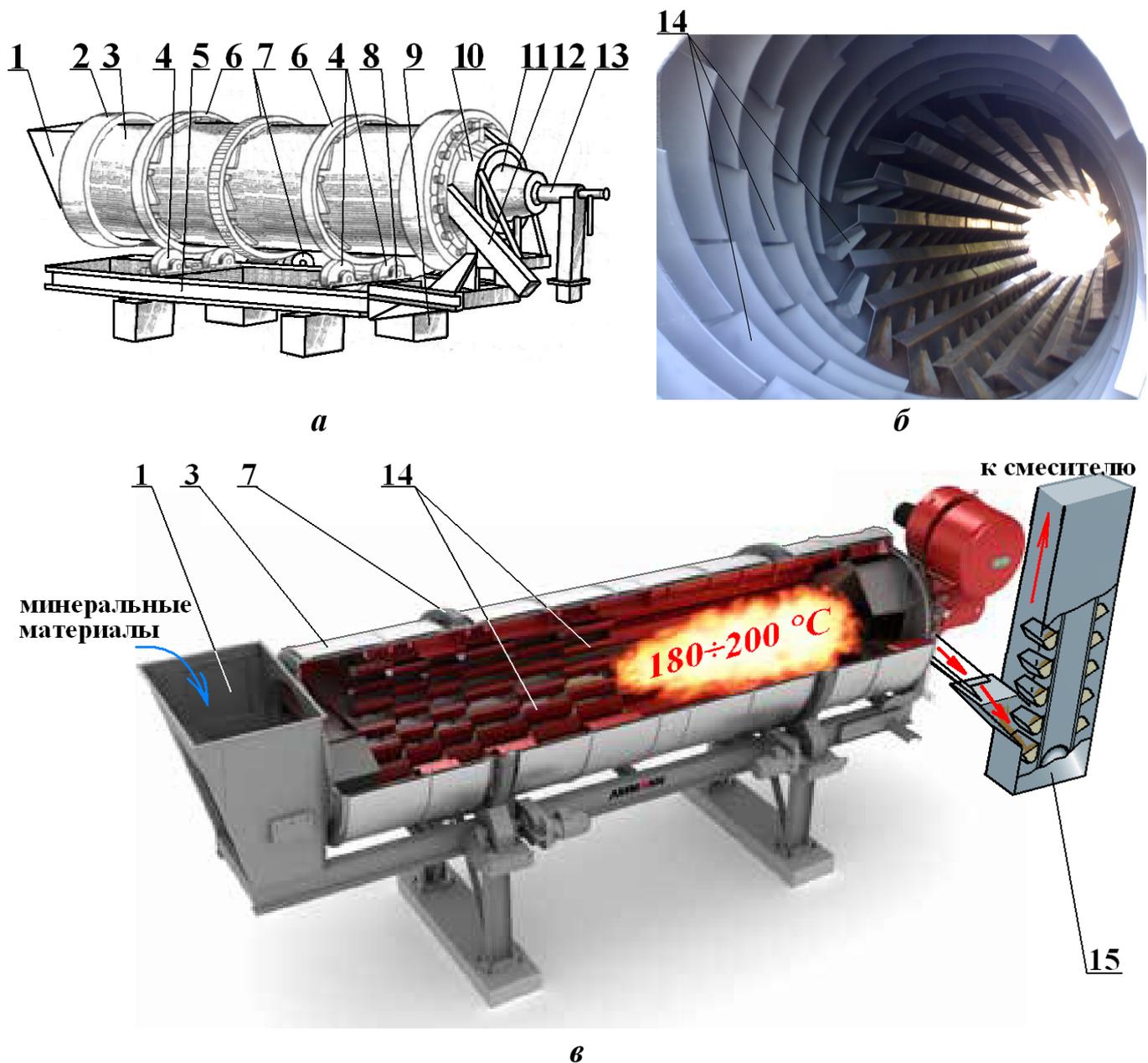


Рис. 7.8. Схема (а), внутренний вид (б) и конструкция (в) сушильного агрегата: 1 – загрузочное устройство; 2 – торцовая обечайка; 3 – сушильный барабан; 4 – опорные ролики; 5 – несущая рама; 6 – бандажи; 7 – зубчатый венец с приводом; 8 – рама опорных роликов; 9 – фундаментные опоры; 10 – топка; 11 – зажигательный конус; 12 – разгрузочное устройство; 13 – форсунка; 14 – направляющие и ковшеобразные лопасти; 15 – горячий элеватор

Технические характеристики отечественных сушильных агрегатов

Показатели	ДС-35.02.00.000	Д-588	ДС-24Б	Д-620	Д-646	ДС-86	ДС-65.20.00.000	ДС-119	
Производительность, т/ч	20	25	25	50	100	200	12	100	
Габаритные размеры, м	- диаметр	1,2	1,4	1,4	1,8	2,2	2,8	1,2	2,2
	- длина	5	6,5	5,6	8,5	11	10	4,5	8
Мощность электродвигателя, кВт	17	17	17	30	40	88	4	40	
Масса, т	8,97	8,97	6,5	14,58	20,8	38	11	24,4	

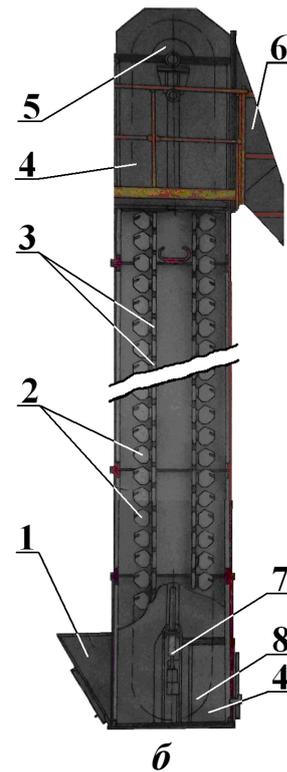


Рис. 7.9. Схема (а) и устройство (б) «горячего» элеватора: 1 – приёмное устройство; 2 – ковши; 3 – цепная передача; 4 – защитный кожух элеватора; 5 – ведущий барабан; 6 – разгрузочное устройство; 7 – натяжной механизм; 8 – натяжной барабан

Для обеспечения защиты окружающей среды от распространения тонкодисперсных минеральных частиц при работе сушильного агрегата в его составную часть входит пылеулавливающая система очистки воздуха. Тип пылеулавливающего оборудования и его мощность подбираются в зависимости от мощности основного производственного оборудования, что является принципиальной особенностью выбора для всего вспомогательного оборудования.

7.3. Склады минерального порошка

На отечественных асфальтобетонных заводах минеральный порошок в значительных количествах храниться в специально оборудованных складах, представляющих из себя вертикальные металлические или железобетонные силосы вместимостью до нескольких тысяч тонн (рис. 7.10) [31]. Склады снабжают оборудованием для разгрузки минерального порошка из железнодорожных цистерн для транспортировки минерального порошка и автоцементовозов, а также системами подачи материала к асфальтосмесительным установкам.

Кроме того, современное технологическое оборудование асфальтобетонных заводов включает емкости для кратковременного хранения минерального порошка, механические или пневматические системы для подачи этих материалов к смесительному агрегату, питатели или дозаторы.

Отечественный вертикальный силос для минерального порошка емкостью 20 м^3 (рис. 7.10) представляет собой металлическую сварную конструкцию круглого сечения с толщиной стенки 4 мм. Силосный склад снабжен воздушным фильтром 2 для очистки воздуха от пыли при пневматической загрузке материала. Приёмный бункер 7 служит для загрузки из подвижных транспортных средств, оборудованных пневморазгрузкой, а трубопровод 3 – для загрузки минерального порошка в расходную ёмкость на смесительном агрегате пневмотранспортом. Через люк 9 материал загружается механическим способом. Бывают силосы для хранения порошка не только круглого, но и квадратного сечения. При заданных габаритах они имеют большую вместимость.

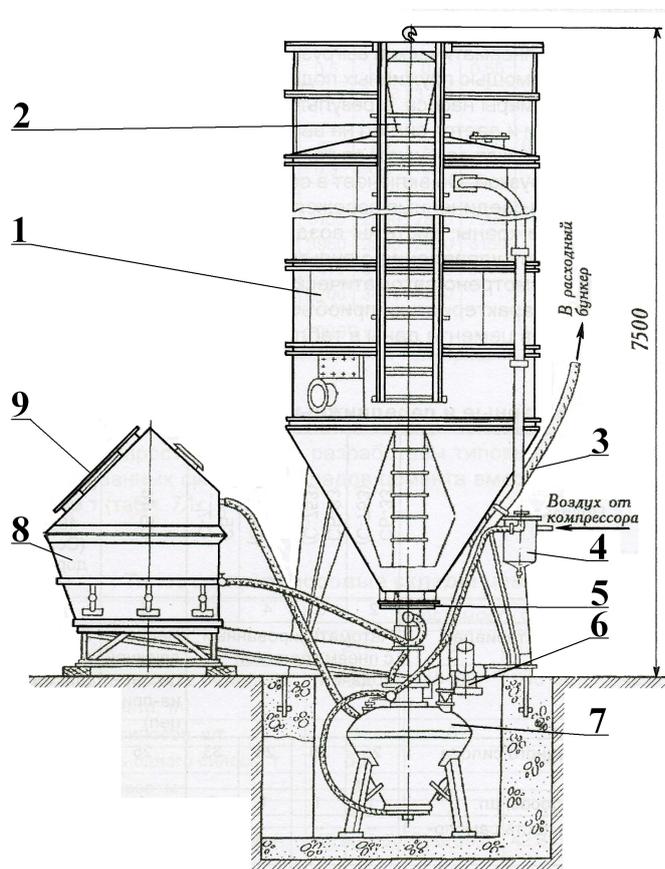


Рис. 7.10. Склад порошкообразных материалов СБ-33: 1 – силос; 2 – фильтр; 3 – пневмопровод для загрузки минерального порошка в расходную ёмкость на смесительном агрегате; 4 – водоотделитель; 5 – аэрирующее устройство; 6 – распределительная заслонка; 7 – камерный насос; 8 – приёмный бункер; 9 – крышка люка приёмного бункера.

Для повышения надежности истечения минерального порошка, имеющего склонность к слеживанию и образованию сводов, силосы оборудуют аэрационными устройствами. При открытии заслонки (для выпуска порошка) в нижнюю часть силоса через пористую перегородку подается сжатый воздух, который «разжижает» порошок, делая его текучим и тот легко вытекает из емкости.

7.3.1 Способы и механизмы для транспортирования минерального порошка

В настоящее время на АБЗ минеральный порошок транспортируется механическими средствами [31] – винтовыми конвейерами (рис. 7.11) и пневмотранспортом (рис. 7.12).

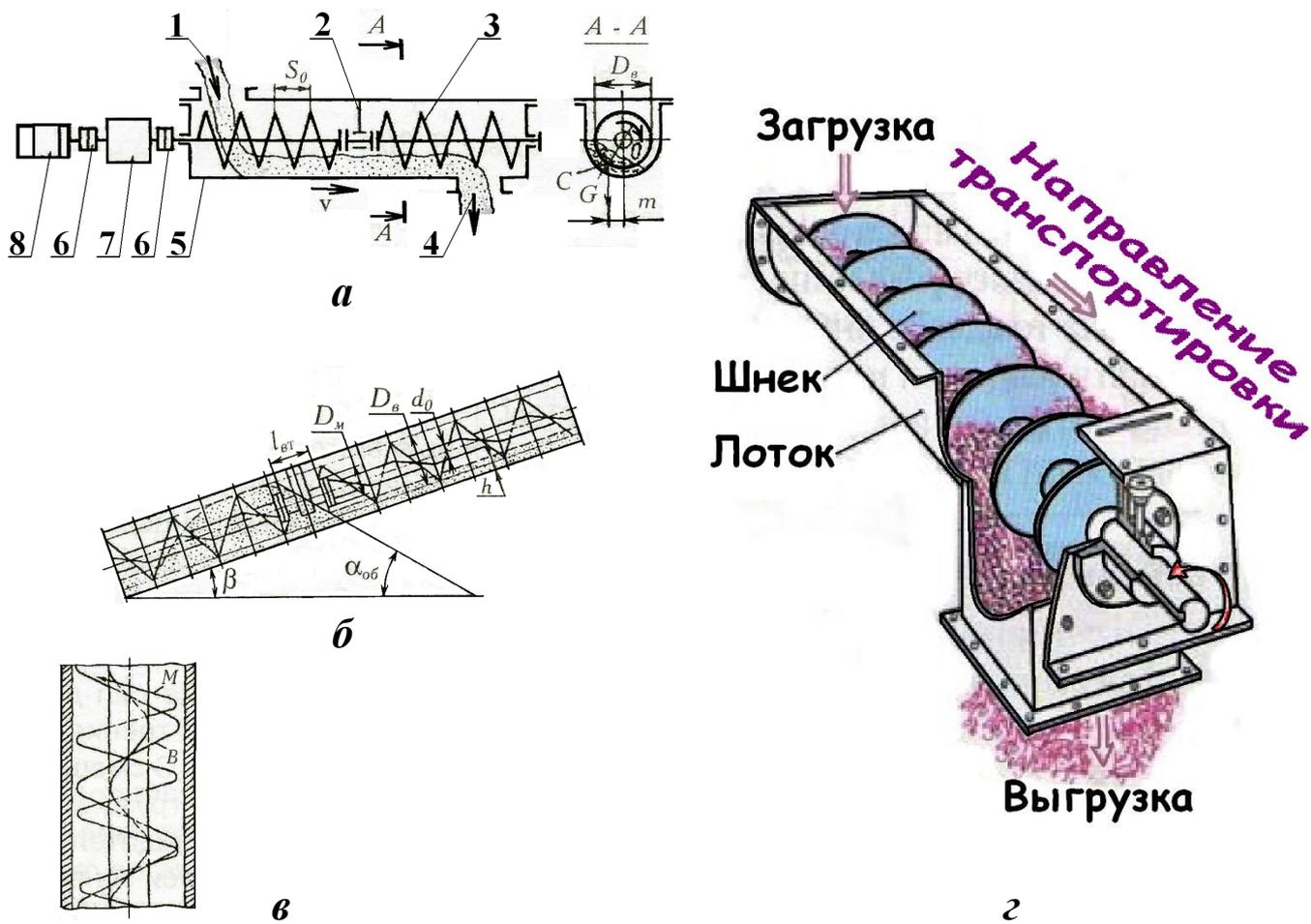


Рис. 7.11. Схемы (а, б, в) и устройство (г) винтовых конвейеров (шнеков):
а – горизонтального; **б** – наклонного; **в** – вертикального; 1 – загрузочное отверстие; 2 – промежуточный подвесной подшипник; 3 – винт; 4 – разгрузочное отверстие; 5 – кожух лотка (жёлоба); 6 – соединительная муфта; 7 – редуктор; 8 – электродвигатель

Недостатками механических средств подачи минерального порошка являются сложность конструкции, большие размеры и масса оборудования, быстрая изнашиваемость, повышенное пылевыведение, трудность монтажа и перевозки.

Поэтому сейчас в большинстве случаев используют пневмотранспорт (рис. 7.12). Принцип транспортирования минерального порошка по пневмопроводу заключается в перемещении воздушно-минеральной смеси, получаемой путём смешивания минерального порошка и сжатого воздуха, который придаёт минеральному порошку высокую подвижность. Схема устройства и работы пневмотранспортёра минерального порошка представлена на рисунке 7.13.

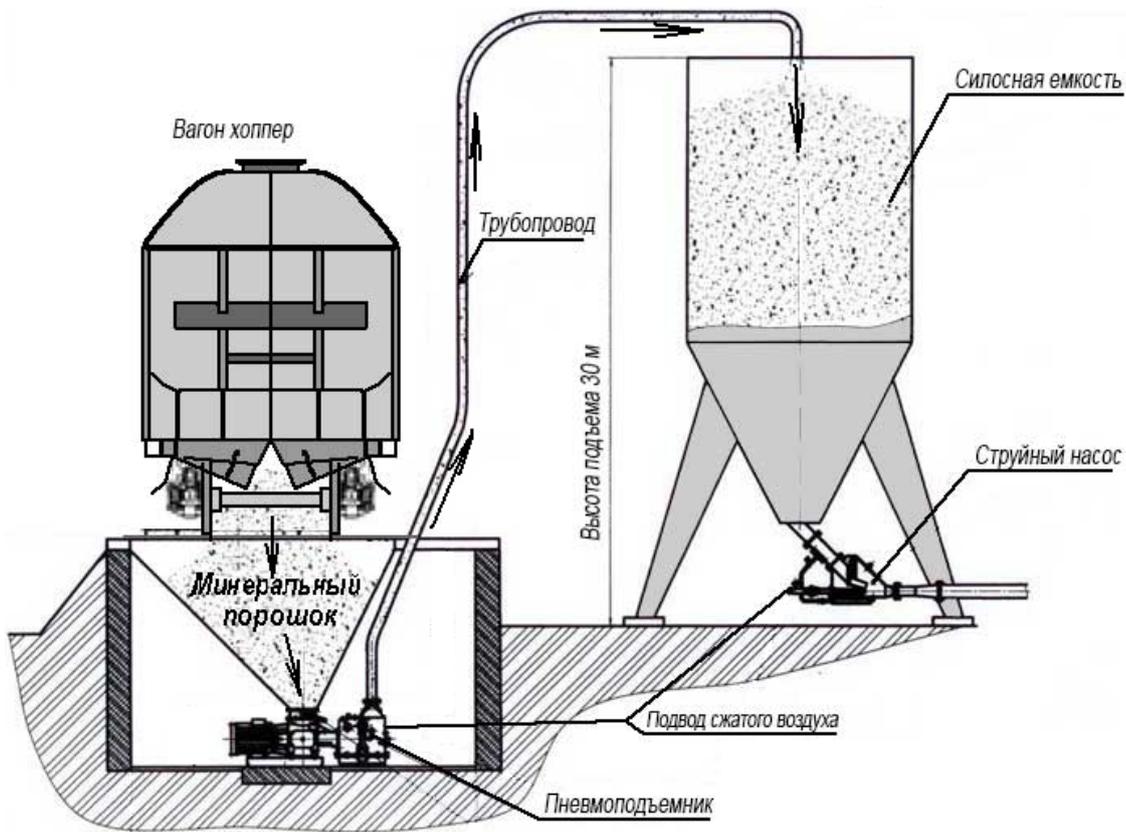


Рис. 7.12. Схема разгрузки хоппер вагона пневмоподъёмником

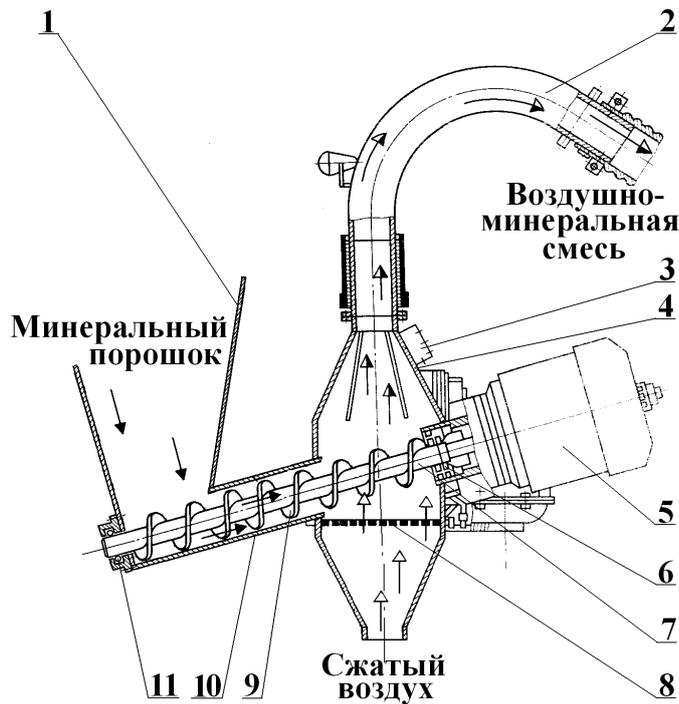


Рис. 7.13. Схема устройства и работы пневмотранспортёра минерального порошка: 1 – приемный бункер; 2 – пневмопровод; 3 – вибратор сводообрушителя; 4 – смесительная камера; 5 – электропривод шнека; 6 – соединительная муфта; 7 – вал шнека; 8 – фильтр; 9 – шнек; 10 – кожух шнека; 11 – опорный подшипник шнека

Его достоинства – облегчается планировка АБЗ, возможен транспорт на большие расстояния, улучшаются санитарно-технические условия работы, снижаются расходы на обслуживание.

Недостаток пневмотранспорта – несколько большая энергоемкость, чем у механического.

Дозаторы минерального порошка, как правило, весовые, включают в себя силос или расходный бункер, питатели и весовое устройство (весовой бункер).

Дозирование минерального порошка производится отдельно от остальных минеральных компонентов или в одном дозаторе с последовательным дозированием (Д-587). Последний вариант менее точен, сказываются погрешности в дозировании остальных компонентов.

Для смесителей не прерывного действия предназначены агрегаты непрерывного действия (Д-591-3 и ДС-123), предназначенные для хранения, транспортирования и подачи минерального порошка.

Основным элементом этого оборудования является установленный под силосом питатель с автоматическим регулированием подачи минерального порошка.

Минеральный порошок поступает из силоса на питатель, который непрерывно подает материал к винтовому (шнековому) питателю элеватора. Из элеватора минеральный порошок поступает в смеситель.

7.4. Смесительные агрегаты, предназначение, классификация

Асфальтобетоносмесительные агрегаты (установки) предназначены для получения минеральных смесей, в которых связующим веществом являются органические материалы, имеющие хорошее сцепление с минеральными материалами. Они являются комплектом основного технологического оборудования АБЗ, обеспечивающего выполнение основных операций технологического процесса приготовления асфальтобетонных и битумоминеральных смесей. Устройство покрытий автомобильных дорог из асфальтобетонных смесей посредством их уплотнения с соблюдением нормативных требований температурных режимов позволяет обеспечить долгосрочную и эф-

эффективную эксплуатацию таких покрытий с минимальными затратами по сравнению с аналогичными покрытиями.

Асфальтосмесительные установки классифицируются по основным конструктивным и технологическим показателям: мобильности, конструктивной компоновке основных агрегатов, производительности, технологическому принципу действия смесителя.

По продолжительности работы на одном месте (мобильности) асфальтобетоносмесительные установки подразделяются на [25, 27]:

- передвижные;
- полустационарные;
- стационарные.

Передвижные агрегаты используют при строительстве и ремонте дорог и других сооружений в тех случаях, когда отсутствуют постоянно действующие заводы и их создание нецелесообразно.

По конструктивной компоновке смесительного агрегата установки подразделяются на [25÷27, 30]:

- башенные (рис.7.14*а*);
- партерные (рис.7.14*б*).



а



б

Рис. 7.14 Асфальтосмесительная установка КДМ201В (90-110 т/ч):
а – башенная; *б* – партерная

В установках башенного типа конструкция агрегатов выполнена в вертикальном направлении. Просушенные и нагретые в сушильном барабане компоненты смеси подаются на установку башенного типа, в которой осуществляются грохочение, сортировка,

дозирование и перемешивание. На все эти технологические операции компоненты смеси последовательно поступают под действием силы тяжести.

При партерной компоновке агрегаты асфальтосмесительной установки имеют наземное расположение. Составляющие компоненты асфальтобетонной смеси перемещаются от агрегата к агрегату с помощью непрерывных транспортных средств. Такая схема позволяет осуществить быстрый монтаж всего оборудования.

По производительности асфальтосмесительные установки подразделяются на [25÷27, 30]:

- малой (от 25 т/ч до 32 т/ч);
- средней (от 50 т/ч до 100 т/ч);
- большой (от 150 т/ч до 400 т/ч).

Номинальную производительность асфальтосмесительных установок оценивают из условия приготовления песчаных или мелкозернистых смесей с расчетной влажностью каменных материалов 5 %.

По технологическому принципу действия асфальтосмесительные установки подразделяются на [25÷27, 30]:

- периодического (циклического) действия;
- непрерывного действия.

В установках циклического действия все подготовительные и вспомогательные операции, связанные с подачей каменных материалов, их просушиванием и нагревом, загрузкой в расходные бункеры и приготовлением битума, осуществляют непрерывно. Однако дозирование, подачу всех компонентов смеси, их перемешивание и разгрузку смесителя производят периодически в виде повторяющихся циклов. Установки такого типа получили наибольшее распространение, так как они позволяют точно выдерживать требуемый рецептурный состав смеси, быстро переходить на выпуск смеси любого рецептурного состава, изменять время перемешивания, получать высокое качество смеси. В связи с указанными достоинствами установки периодического действия широко применяются в городских условиях.

В установках непрерывного действия все технологические операции, за исключением выдачи готовой смеси из накопительного бункера, выполняют непрерывно. Для осуществления непрерыв-

ности процесса применяют смесители непрерывного действия, которые по сравнению с установками периодического действия имеют меньшую металло- и энергоёмкость, однако их применение целесообразно в основном при больших объёмах работ и продолжительном выпуске смеси одного рецептурного состава.

7.5 Конструктивные элементы грохотов, дозаторов, бункеров, смесителя

В состав смесительного агрегата (рис. 7.15) входят: грохот 2, бункера горячих материалов 3, дозаторы 4, смесительная камера 6.

Минеральные материалы, нагретые до температуры $180\div 200^{\circ}\text{C}$, после выхода из сушильного барабана с помощью горячего элеватора подаются на грохот смесительного агрегата, на котором происходит отделение песка от щебня и разделение щебня на отдельные фракции.

Разделение минеральных материалов на отдельные фракции по размерам зёрен производится при помощи рассеивающего устройства, называемого – грохот.

Применяются два типа грохотов (рис. 7.16):

- плоские;
- барабанные (вращающиеся).

В современных смесителях, как правило, применяются плоские инерционные виброгрохоты. На плоских инерционных виброгрохотах (рис. 7.16а) рассеивание минеральных материалов производится за счёт движения их по наклонной плоскости поверхности сит с различными размерами отверстий, которые совершают сложные горизонтальные и вертикальные перемещения от действия на них вибратора [33].

На асфальтосмесительных агрегатах, как правило, используются плоско-наклонные инерционные виброгрохоты. В результате прохождения минеральных материалов через плоско-наклонные инерционные виброгрохоты современных асфальто-смесительных агрегатов они рассеиваются на шесть фракций: $0\div 2,5$ мм; $2,5\div 5,0$ мм; $5,0\div 10,0$ мм; $10,0\div 15,0$ мм; $15,0\div 20,0$ мм; $20,0\div 40,0$ мм.

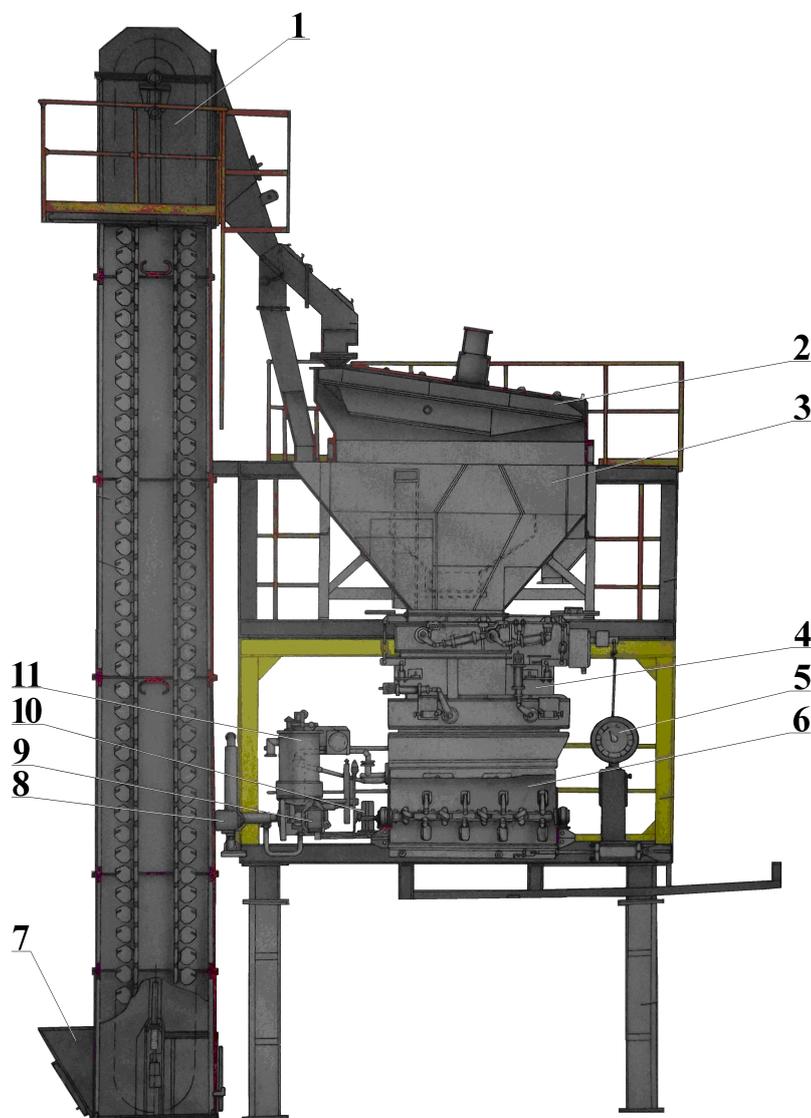


Рис. 7.15. Асфальтосмесительный агрегат: 1 – горячий элеватор; 2 – грохот; 3 – бункер горячих материалов; 4 – блок дозаторов; 5 – устройство управления весовым дозатором; 6 – смесительная камера; 7 – загрузочное устройство горячего элеватора; 8 – электродвигатель битумного насоса; 9 – битумный насос; 10 – редуктор вращения валов смесителя; 11 – объёмный дозатор битума

В барабанных грохотах (рис. 7.16б) рассеивание производится в результате движения минеральных материалов по внутренней цилиндрической плоскости барабанных сит, наклонённых в сторону движения материала.

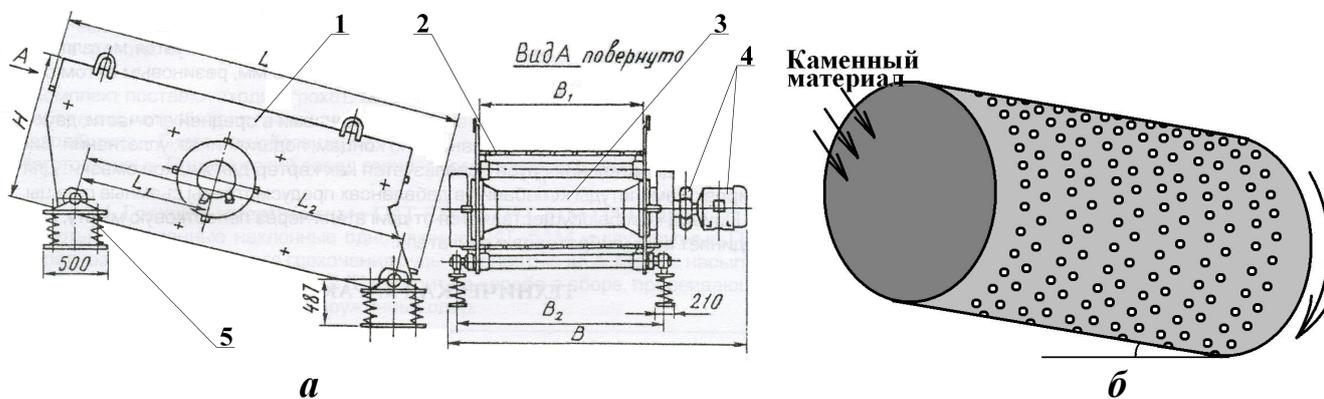


Рис. 7.16. Общий вид плоско-наклонных инерционных (а) и барабанных (б) грохотов: 1 – короб; 2 – сито; 3 – вибратор; 4 – привод; 5 – упругая опора

В плоских грохотах могут использоваться три вида сит (рис. 7.17):

- колосниковые;
- листовые с круглыми отверстиями;
- сетчатые с квадратными отверстиями.

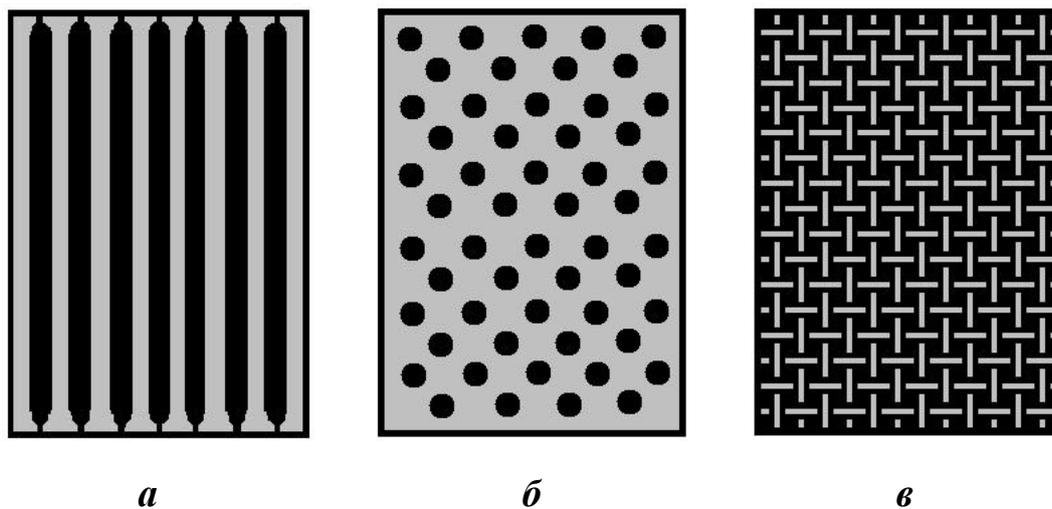


Рис. 7.17. Виды сит: а – колосниковые; б – листовые с круглыми отверстиями; в – сетчатые с квадратными отверстиями

Колосниковые сита собираются из отдельных элементов, называемых «колосники». Такая конструкция позволяет заменять изношенные элементы на новые и экономить на частичной замене сборных элементов сит. Но после просеивания каменных материалов через колосниковые сита получают повышенное содержание лещадных и игольчатых зёрен с их длиной, значительно превышающей средние размеры основной массы зёрен в соответствующей фракции. Такой рассев требует дополнительных затрат на сор-

тировку и отделение ненормативных пластинчатых и игольчатых зёрен. Поэтому применение колосниковых сит на асфальтосмесительных агрегатах ограничено.

Листовые сита с круглыми отверстиями имеют большой износ в центральной части из-за скопления материалов посередине сит. Кроме этого рассеивание на листовых ситах менее эффективно по сравнению с другими из-за скольжения материала по плоскости сита с горизонтальным проскакиванием зёрен мимо отверстий. Эти два фактора в последнее время ограничивают применение листовых сит в асфальтосмесительных агрегатах.

Сетчатые сита с квадратными отверстиями в последнее время в асфальтосмесительных агрегатах применяются наиболее широко по сравнению с другими видами сит. Преимущества сетчатых сит, стимулирующие их применение по сравнению с другими видами заключаются в том, что: во-первых, на поверхности сетчатых сит нет ровной плоскости, а вся поверхность за счёт искривления сплетённых прутьев имеет углубления, в которые вынужденно опускаются зёрна, увеличивая вероятность прохождения отверстий; во-вторых, изнашиваемость прутьев значительно меньше за счёт их круглого сечения; в-третьих, при интенсивном износе есть возможность замены отдельных элементов сита.

На отдельных грохотах на складах каменных материалов щебень и песок могут рассеиваться чаще всего на три фракции: $0 \div 5$ мм; $5 \div 15$ мм; $15 \div 40$ мм, или $5 \div 10$ мм; $10 \div 20$ мм; $20 \div 40$ мм.

Разделённый на грохотах по размерам на фракции материал поступает в расходные бункера, расположенные под грохотом. Из расходных бункеров материалы через весовой бункер-дозатор в соответствии с технологическими пропорциями и в определённой последовательности поступают в смесительную камеру.

Минеральный порошок поступает из силоса минерального порошка в общий дозатор или в свой дозатор. В ряде конструкций имеется отдельный бункер для минерального порошка, который транспортируется со склада. Минимальный объём отсеков «горячих» бункеров рассчитывают из необходимости получасового запаса материалов для бесперебойной работы смесителя.

Для наиболее качественного перемешивания минеральных составляющих с битумом в смесительную камеру первыми поступают

наиболее крупные компоненты с последующим поступлением более мелких составляющих в следующей последовательности и соответствующими временными режимами: щебень и песок совместно перемешиваются в течение 10÷15 секунд; на перемешанные щебень и песок поступает битум; через 5 секунд непрерывного перемешивания в смесительную камеру поступает минеральный порошок и перемешивание продолжается не менее 30 секунд. Время перемешивания зависит от марки битума, типа асфальтобетонной смеси и технологических особенностей производства.

В нижней части грохота имеются окна, через которые высыпаются в специальные лотки излишки материалов и зёрна, размеры которых превышают нормативные. По одному лотку излишки возвращаются в несортированные материалы, по другому крупноразмерные материалы отводятся в бункер негабаритов.

Смесительная камера предназначена для объединения и перемешивания всех компонентов, входящих в состав асфальтобетонных смесей и равномерного распределения битума по поверхности частиц минерального материала.

По способу перемешивания смесительные устройства подразделяются на (рис. 7.18):

- смесители свободного перемешивания;
- смесители принудительного перемешивания.

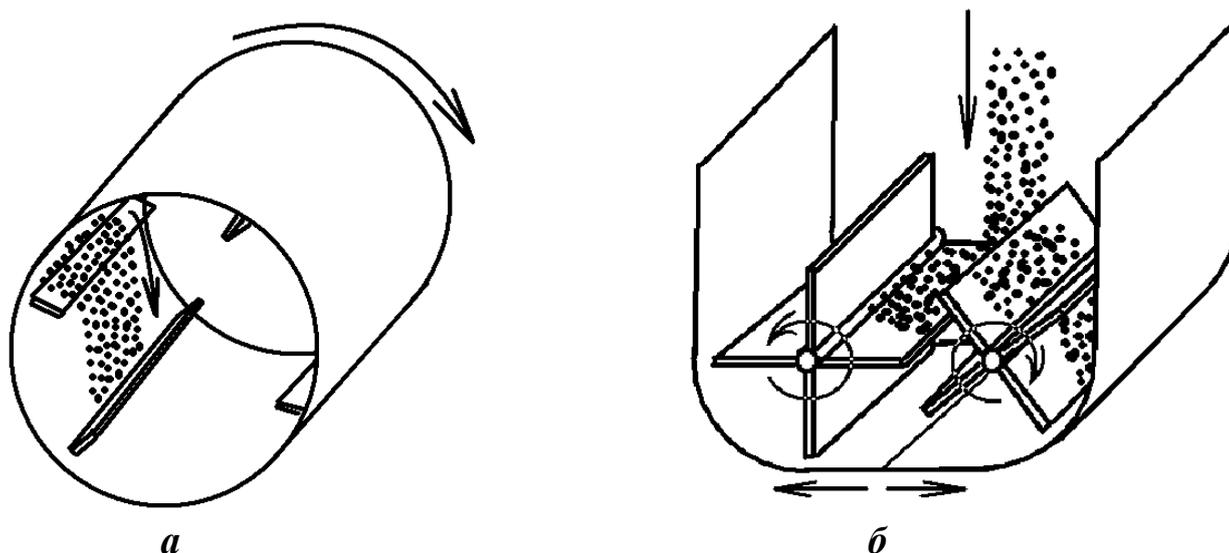


Рис. 7.18. Схематический вид смесительных устройств свободного (а) и принудительного (б) перемешивания

Принцип работы смесительных устройств свободного перемешивания заключается в объединении и перемешивании компонентов асфальтобетонной смеси в результате захватывания этих компонентов полками-лопостями, приваренными к внутренней поверхности вращающегося барабан, с последующим свободным падением под действием гравитации. Такой циклический процесс приводит к перемешивания всех компонентов. Недостатком такого способа является низкое качество перемешивания.

Принудительное перемешивание производится двумя лопастными мешалками вращающимися друг другу на встречу (рис. 7.18б) и на встречу поступающему в смесительную камеру (рис. 7.19) материалу. Синхронное непересекающееся встречное движение лопаток на мешалках обеспечивается редуктором. Выгрузка готовой асфальтобетонной смеси из смесительной камеры производится через нижний разгрузочный затвор.

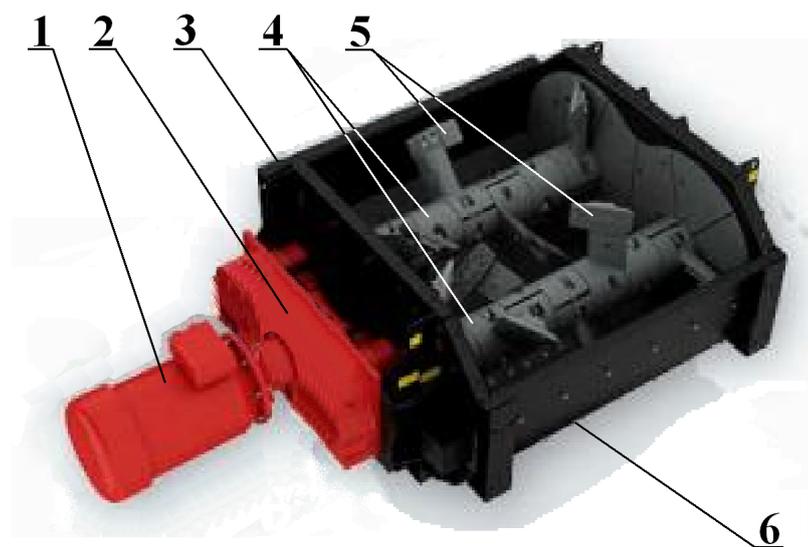


Рис. 7.19. Общий вид смесительной камеры: 1 – электродвигатель; 2 – редуктор; 3 – корпус смесительной камеры; 4 – валы перемешивающего механизма; 5 – сменные перемешивающие органы (лопатки); 6 – разгрузочный затвор

Готовая асфальтобетонная смесь из смесительной камеры может выгружаться как в автосамосвал так и в скиповый подъемник для транспортирования её в термос-бункер (рис. 7.20). Наличие термос-бункера позволяет обеспечить бесперебойную работу АБЗ при отсутствии автотранспорта.

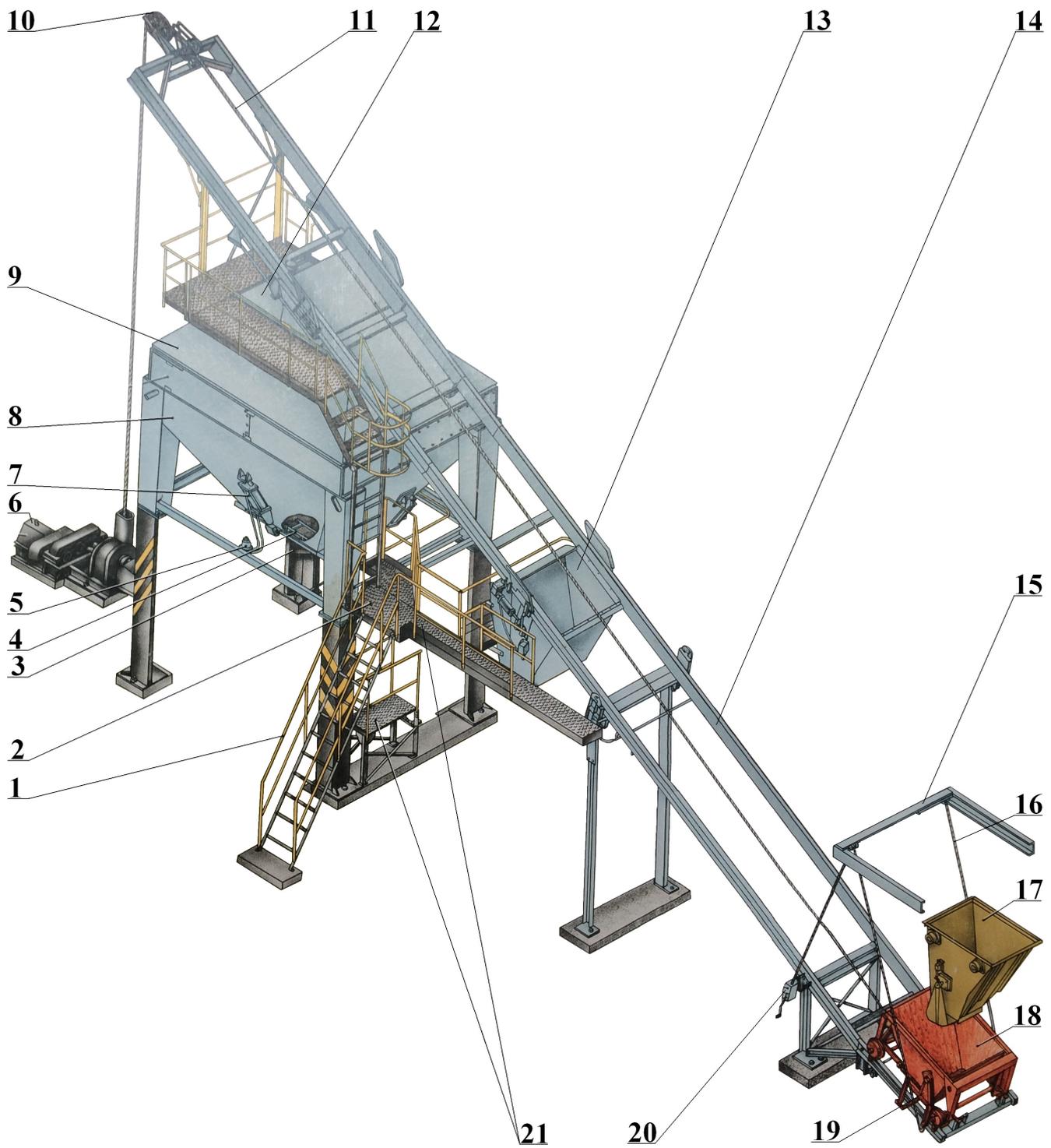


Рис. 7.20. Внешний вид и устройство накопительного термос-бункера со скиповым подъёмником: 1 – лестница; 2 – осмотровая площадка; 3 – затвор; 4 – трубчатый электронагреватель; 5 – управление затвором; 6, 20 – лебёдка; 7 – механизм открывания затвора; 8 – кожух термос-бункера; 9 – накопительный термос-бункер; 10 – шкив подъёмного механизма; 11 – трос подъёмного механизма; 12 – загрузочная горловина термос-бункера; 13 – бункер загрузки автосамосвала; 14 – подъёмная эстакада; 15 – рама смесителя; 16 – трос скипа; 17 – загрузочный бункер смесителя; 18 – тележка скипа; 19 – разгрузочный механизм; 21 – площадки контроля

7.5.1 Дозирование минеральных материалов и вяжущих, конструкция и разновидности дозаторов.

Точное дозирование минеральных материалов с крупностью зёрен более 0,14 мм (щебень, песок, отсев) производится весовыми дозаторами (рис. 7.21). Весовые дозаторы обладают точностью дозирования до $\pm 2\%$ и обеспечивают тщательное дозирование всех минеральных материалов.

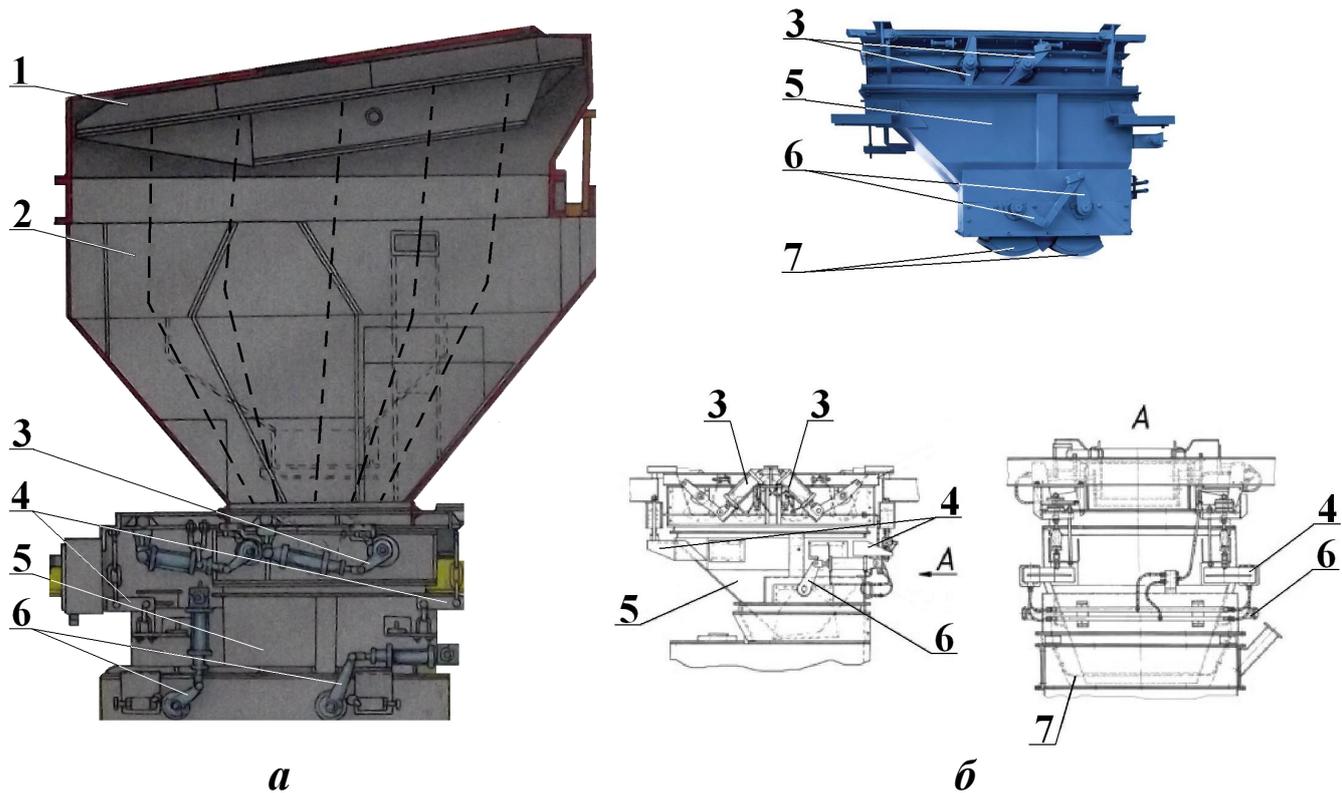


Рис. 7.21. Схематическое изображение бункеров горячих материалов (а), внешний вид и конструкция весового дозатора (б): 1 – грохоты; 2 – бункеры горячих минеральных материалов; 3 – механизм затвора бункеров горячих минеральных материалов; 4 – платформа весового дозатора; 5 – бункер весового дозатора; 6 – механизм затвора бункера весового дозатора; 7 – затвор бункера весового дозатора

Каменные материалы различных фракций можно взвешивать одновременно на отдельных, рядом расположенных весах или последовательно – на так называемых «суммирующих» весовых устройствах.

Дозатор представляет собой бункер, открытый сверху и имеющий затвор в нижней части. Бункер подвешен через рычажную систему к раме смесителя. Дозирование осуществляется с нарастающим итогом, поэтому каменные материалы располагаются в дозаторе слоями.

Весовая головка датчика обеспечивает автоматическое дозирование. Она оборудована подвижной стрелкой и переставными датчиками, которые устанавливаются против соответствующих делений на шкале. Как только подвижная стрелка доходит до переставного датчика, закрывается затвор одного из отсеков горячего бункера и открывается затвор следующего отсека.

Дозатор непрерывного действия представляет из себя весовой транспортер, связанный с индуктивным датчиком. При перемещении весового транспортера меняется сигнал индуктивного датчика и, соответственно, скорость движения транспортера.

Кроме весовых дозаторов непрерывного действия применяются и объемные дозаторы.

У каждого отсека горячего бункера имеется свой объемный дозатор (кареточные, качающиеся). Он представляет собой небольшой бункер, днищем которого является подвижной стол, совершающий возвратно-поступательное движение. Производительность дозатора регулируют путем изменения величины щели между столом и нижней кромки затвора.

При каждом двойном ходе подвижный стол выдает порцию материала в смеситель. После дозирования минеральные материалы поступают в мешалку.

Для дозирования вяжущего применяют объёмные дозаторы циклического действия (рис. 7.22). Принцип дозирования битума заключается в измерении веса битума, вытесненного вертикальным цилиндрическим элементом, находящимся внутри приемной емкости битума и жестко связанным с S-образным тензометрическим датчиком, установленным на раме, изолированной от внешних вибраций. Вес полной дозы битума, загружаемого в приемную емкость дозатора, вычисляется в блоке контроля и управления, в котором измерительный вес вытесненного битума умножается на масштабирующий коэффициент, учитывающий во сколько раз объем приемной емкости превышает объем вертикального цилиндрического

элемента. Для повышения стабильности измерений вес вертикального цилиндрического элемента должен быть в 2-3 раза больше веса вытесненного им битума, а для расширения диапазона при заданной точности дозирования битума объем вертикального цилиндрического элемента должен быть в 10-30 раз меньше объема приемной емкости дозатора, работающего по принципу точной разгрузки с остаточным тарным весом дозируемого материала.

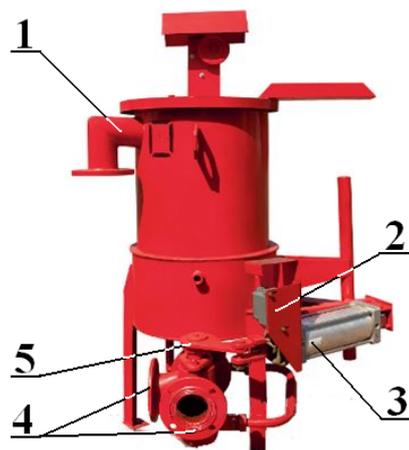


Рис. 7.22. Внешний вид дозатора битума: 1 – заливной патрубок; 2 – блок управления дозированием; 3 – механизм закрывания сливного крана; 4 – фланцы сливного патрубка; 5 – сливной кран

Объемные дозаторы, оснащенные поплавковым измерителем уровня битума, подаваемого в мерную емкость, позволяют достичь меньших погрешностей дозирования, но их точность также зависит от температуры и удельной плотности материала. Наибольшая точность дозирования битума обеспечивается тензометрическими весовыми дозаторами, в которых приемная емкость либо стационарно устанавливается на три балочных тензометрических датчика, либо шарнирно подвешивается на один 8-образный датчик с помощью трех цепных подвесов.

Недостатком данного дозатора является то, что вся нагрузка от веса дозируемого битума и веса непосредственно дозатора передается на один тензодатчик большой грузоподъемности, что снижает относительную точность дозирования. Также к дозатору подобной конструкции нельзя жестко подключить трубопроводы подачи и слива мазута, а также, если требуется, - трубопровод пара. Это обусловлено тем, что вся конструкция дозатора находится в весовой

системе. Не исключено и раскачивание подвешенного бункера, что также снижает точность измерений.

В универсальном дозаторе битума, содержащем приемную емкость с подогревом, трубопровод подачи битума с электромагнитным клапаном, трубопровод слива битума с насосом, 8-образный тензометрический датчик, верхнее плечо которого жестко соединено с рамой, смонтированной на металлоконструкциях дозирочно-смесительной установки приготовления асфальтобетона, и блок управления и контроля, вход которого связан с выходом 8-образного тензометрического датчика, а выходы соединены с пускорегулирующей аппаратурой электромагнитного клапана и насоса, нижнее плечо 8-образного тензометрического датчика с помощью стержня жестко связано с вертикальным цилиндрическим элементом, установленным внутри приемной емкости таким образом, что верх вертикального цилиндрического элемента располагается выше максимального уровня заполнения приемной емкости битумом, а низ вертикального цилиндрического элемента опущен ниже минимального уровня слива битума и находится в зоне остаточного тарного веса дозатора, при этом вес вертикального цилиндрического элемента в 2-3 раза больше веса битума, вытесняемого им при заполнении приемной емкости, а объем вертикального цилиндрического элемента в 10-30 раз меньше объема приемной емкости, ограниченного максимальным уровнем заполнения битума и минимальным уровнем его слива. Выполнение этих условий гарантирует возможность высокоточного дозирования.

РАЗДЕЛ 8

ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ АБЗ

8.1 Пылеулавливающие устройства

Для борьбы с загрязнениями от пыли на оборудовании асфальтобетонных заводов используют пылеулавливающие устройства. Пылеулавливающие устройства классифицируются на: сухие и мокрые. К пылеулавливающим устройствам сухого типа относятся: циклоны; пылесадительные камеры; тканевые фильтры; электрические фильтры; скрубберы Вентури (рис. 8.1). К пылеулавливающим устройствам мокрого типа относятся: барботажно-вихревые пылеуловители; водные пылеуловители (рис. 8.2).

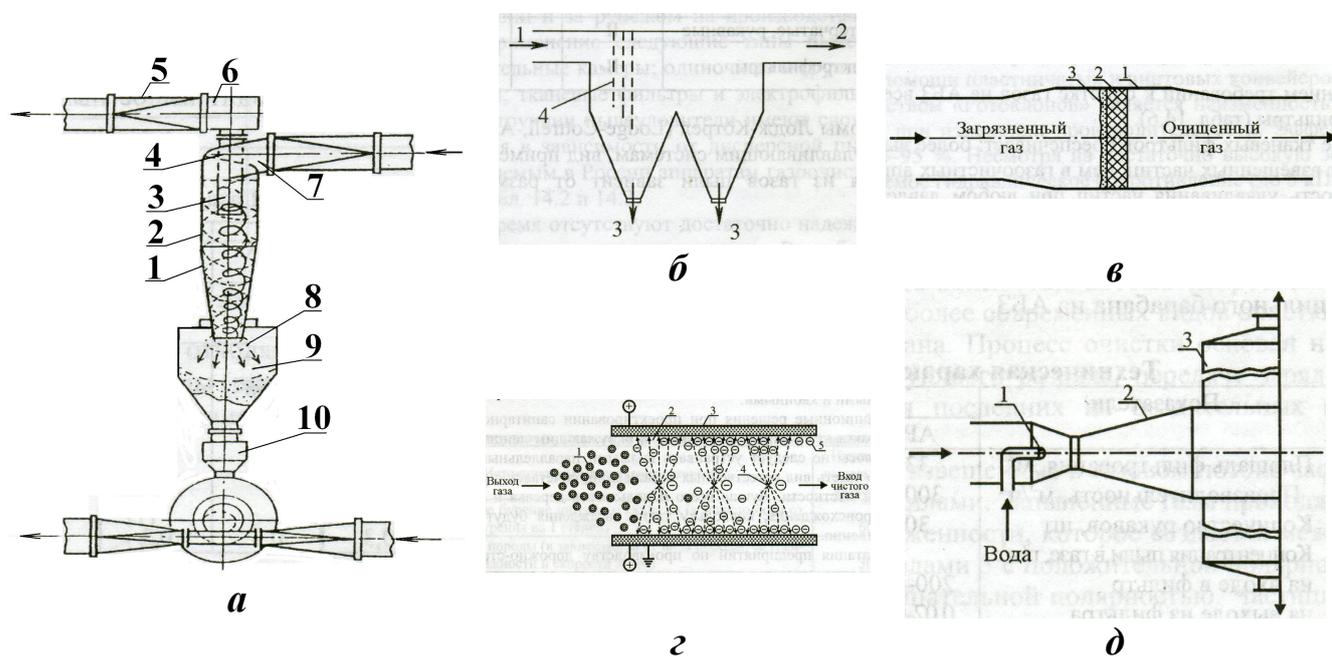


Рис. 8.1. Схемы пылеулавливающих устройств сухого типа – *циклон (а)*:

1, 2 – коническая и цилиндрическая часть циклона; 3 – выхлопная труба;

4 – винтообразная труба; 5 – газоход; 6 – улитка для выхода газа;

7 – входной патрубок; 8 – пылевывпускное отверстие; 9 – бункер;

10 – пылевой затвор;

пылесадительная камера (б): 1 – вводной патрубок; 2 – выходной патрубок;

3 – осадительные камеры; 4 – преграждающие перепонки;

тканевой фильтр (в): 1 – фильтрующая камера; 2 – фильтр тонкой очистки;

3 – фильтр грубой очистки;

электрический фильтр (г): 1 – пылевой поток; 2 – заряженная поверхность;

скруббер Вентури (д): 1 – впрыск; 2 – диффузор; 3 – камера

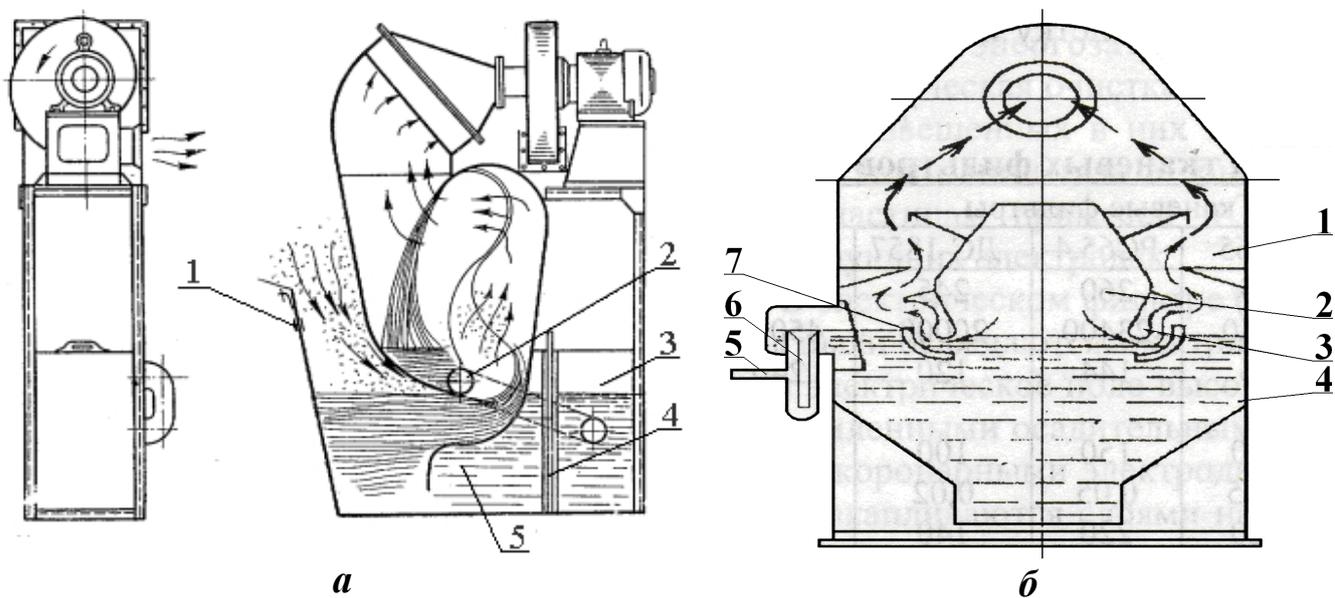


Рис. 8.2. Схемы пылеулавливающих устройств мокрого типа – барботажно-вихревой пылеуловитель «Ротоклон» (а): 1 - корпус; 2 – переточные трубы; 3 – камера очищенной воды; 4 – фильтрующая перегородка; 5 – осадительная камера загрязнённой воды; водный пылеуловитель (б): 1 – выходная камера очищенных газов; 2 – входная камера загрязнённых газов; 3 – погруженный край перегородки входной камеры; 4 – резервуар с водой; 5 – патрубок пополнения воды; 6 – контролер уровня воды; 7 – газоочистительный импеллер

При выборе этих устройств необходимо знать максимальное значение приземной концентрации вредного вещества в газозооушной смеси. Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества C_m (мг/м³) при выбросе газозооушной смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем определяется по формуле 8.1:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n}{H^2 \cdot h \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \text{ мг/м}^3 \quad (8.1)$$

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы;

M – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, г/с;

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

- m и n – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса;
- H – высота источника выброса над уровнем земли, м (для наземных источников при расчетах принимается $H = 2$ м);
- h – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности, в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $h = 1$;
- ΔT – разность между температурой выбрасываемой газовой смеси T_2 и температурой окружающего атмосферного воздуха $T_в$, °С;
- V_1 – расход газовой смеси, (м³/с), определяемый по формуле 8.2:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0, \text{ м}^3/\text{с} \quad (8.2)$$

где D – диаметр устья источника выброса, м;

ω_0 – средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса, м/с.

Для АБЗ принимают $A = 12$, $E = 2,5$, $m = 1,0$ и $n = 1,0$.

Технологический процесс приготовления асфальтобетонной смеси сопровождается усиленным пылеобразованием. Основными источниками пыли, которые показаны на рисунке 8.3, являются: питатели каменных материалов; сушильные барабаны; элеваторы для транспортировки горячих минеральных материалов; грохоты и дозаторы, входящие в состав смесительных агрегатов, а также агрегаты минерального порошка.

Только из сушильного барабана выброс пыли составляет 2÷3,5 % от его производительности. Следовательно, при производительности асфальтобетонной установки 100 т/ч из сушильного барабана улетает около 3 т пыли в час. Запыленность газов на выходе сушильного барабана доходит до 150 г/м³. Эта пыль чрезвычайно вредна для здоровья человека, для окружающей среды, поэтому ее необходимо улавливать. Это необходимо еще и с экономической точки зрения. Дело в том, что около 50 % пыли имеет размер зерен < 0,071 мм, т.е. готовый минеральный порошок. Если он имеет карбонатное происхождение его необходимо ввести в состав асфальтобетонной смеси.

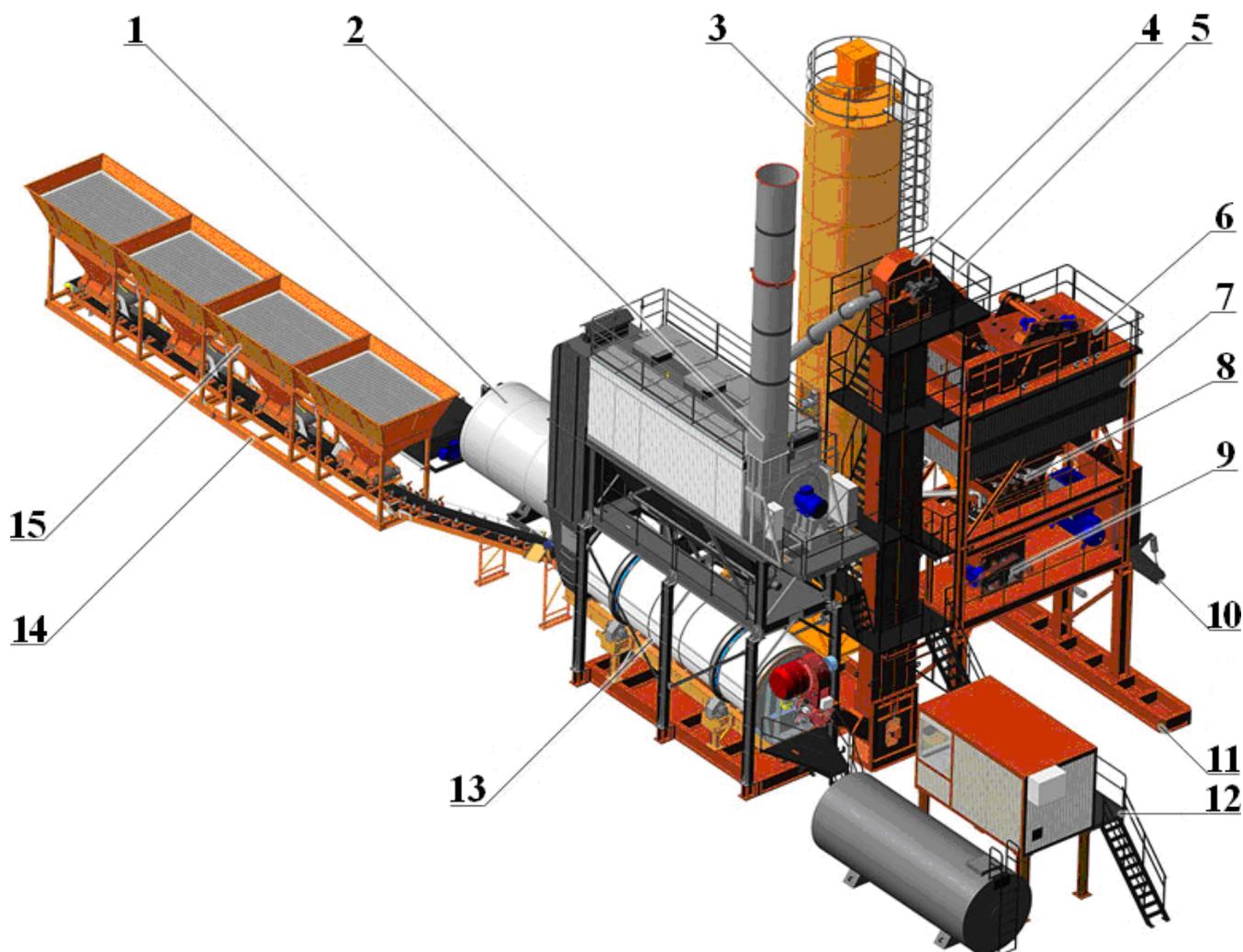


Рис. 8.3. Внешний вид асфальтосмесительной установки: 1 – расходная ёмкость битума; 2 – пылеулавливающее устройство; 3 – агрегат минерального порошка; 4 – горячий элеватор; 5 – осмотровая площадка; 6 – грохот; 7 – бункеры горячих материалов; 8 – дозирующее устройство; 9 – смесительная камера; 10 – лоток отвода некондиционных материалов и излишков; 11 – опорная рама смесительного агрегата; 12 – кабина оператора; 13 – сушильный барабан; 14 – опорная рама питателя; 15 – бункеры питателя

Несмотря на тщательную герметизацию кожухов разгрузочной коробки сушильного барабана, горячего элеватора, грохота смесителя – происходит сильное пыление в местах соединений. Для предотвращения этого с помощью вытяжной вентиляции пылеулавливающих устройств в кожухах создают разрежение, достигающее до $1,5 \text{ кг/м}^2$.

Действие циклонов основано на центробежно-гравитационном способе (рис. 8.1*a*). Корпус циклона выполнен в виде цилиндра с конусообразной нижней частью. Пылегазовая смесь поступает через

патрубок в верхнюю часть циклона по касательной к его корпусу. Скорость поступления пылегазовой смеси составляет $15 \div 20$ м/с. Пылегазовая смесь прижимается к стенкам циклона и, вращаясь, опускается в нижнюю часть. Твердые частицы осаждаются в бункере циклона. Очищенные газы отводятся через центральную трубу циклона и газывыводящую улитку.

В циклонах осаждаются частицы размером от 10 мкм до 50 мкм и составляют 80 % от общей массы пыли.

Среди отечественных циклонов на АБЗ больше всего распространены циклоны НИИОГАЗ серии ЦН-15у (укороченные). Цифра указывает величину угла наклона входного патрубка в градусах.

Частицы размером менее 10 мкм улавливаются системами мокрой очистки, из них наиболее опасны являются частицы диаметром от 0,5 мкм до 5 мкм.

Устройство и принцип работы барботажно-вихревого пылеулавливающего устройства типа «Ротоклон» имеют характерные особенности (рис. 8.2а). Установка состоит из 2-х корпусов. Нижний корпус представляет собой резервуар, заполненный водой. Остальное внутреннее пространство разделено на две камеры: А – для пылегазовой смеси (входная камера) и Б – выходная камера для очищенного газа. Нижние края входной камеры по всей длине погружены в воду. Поток пылегазовой смеси подается дымососом – вентилятором под давлением через входной патрубок в камеру «А». Затем, частично подхватывая воду, газы поступают в изогнутый канал, где происходит барботажно – вихревой процесс, обеспечивающий плохо смачиваемым частицам пыли необходимый контакт с водой. Частицы пыли осаждаются на дно нижней камеры и периодически удаляются оттуда скребковым конвейером.

Степень улавливания пыли у таких устройств составляет 99,5 % для частиц размером более 10 мкм и 90 % для частиц меньших размеров.

8.2. Принцип выбора основного оборудования АБЗ, технические характеристики асфальтосмесительных установок

Основные технические характеристики асфальтосмесительного оборудования, выпускаемого отечественной промышленностью, представлены в таблицах 8.1 и 8.2.

Таблица 8.1

Техническая характеристика асфальтосмесительных установок отечественного производства малой мощности выпуска до 1984 года

Показатели	ДС-35А (Д-597)	ДС-508-2	Д-617-2	Д-645-2	Д-645-3	ДС-65	ДС-79	
Тип установок	Стационарные					Передвижные периодического действия		
	периодического действия			непрерывного действия				
Компоновка агрегата	башенная							
Производительность т/час	25	25	50	100	100	12	25	
Мощность электродвигателя, кВт	107,8	197,5	246	367	484	145	152	
Габариты, м :								
	- длина	20,4	20,1	50	52	60	37,5	40,6
	- ширина	14,0	26,5	43	51	40	13,3	16,0
- высота	15,0	15,0	20,0	15,0	15,0	9,9	8,98	
Масса, кг	43700	87500	129000	197000	202000	42000	60000	

Таблица 8.2

Техническая характеристика асфальтосмесительных установок отечественного производства большой мощности выпуска после 1984 года

Показатели	ДС-84-2	ДС-118-4	Д-645-2Г	ДС-117-2К	ДС-50Б
Тип установки:	блочный сборно-разб.	повышенной мобильн.	блочный сборно-разборный		
Производительность, т/ч	200	100	100	32	200-240
Мощность электрооборудования, кВт	1020	540	550	228	152
Масса, т	280	125	175	72	42
Вид топлива	мазут				
Тип смесителя	период. действ.	непрер. действ.	период. действ.	период. действ.	непрер. действ.
Вместимость бункера готовой смеси (т)	100	100	100	30	8

Асфальтосмесительная установка ДС-84-2, серийно выпускаемая нашей промышленностью, предназначена для работы в условиях частого изменения гранулометрического составов асфальтобе-

тонных смесей всех типов. Она оборудована четырех-фракционным грохотом.

Асфальтосмесительная установка ДС-118-4 повышенной мобильности. Все агрегаты изготовлены на отдельных прицепах. Не имеет грохота, выпускает только III и IV марки смесей и предназначена для длительного выпуска продукции неизменного состава.

Асфальтосмесительная установка Д-645-2Г предназначена для выпуска всех марок асфальтобетонных смесей и применяется для работы в условиях частой смены гранулометрического состава смесей. На ней установлен четырехфракционный грохот, сип с донной разгрузкой смеси, одновременно могут загружаться 3 автосамосвала.

Модернизированная асфальтосмесительная установка ДС-117-2К предназначена для выпуска всех марок асфальтобетонных смесей и с частой сменной гранулометрического составов. Установлено 3 бункера в агрегате питания.

Установлена 3-х ступенчатая система пылеочистки (осадитель крупной пыли, циклоны, водный пылеуловитель), что снижает износ воздухопроводов и циклонов.

Модернизированная установка для приготовления дорожных смесей без нагрева исходных материалов ДС-50Б предназначена для выпуска смесей из грунта и щебеночно-гравийных материалов с применением порошкообразных и жидких вяжущих веществ. Два бункера в агрегате питания.

На асфальтобетонных заводах Украины широко применяются асфальтосмесительные установки зарубежных производителей. Наиболее часто используют асфальтосмесительные установки таких фирм как: Ammann (Швейцария); Marini (Италия); Ermont (Франция); Phoenix (Англия); GI-Tech, Dayu Machinery и Roady (Китай); Spesco (Корея) и другие.

Фирмой Ammann (Швейцария) выпускаются стационарные и мобильные асфальтобетонные завод разной производительности и модификации. Производственные мощности размещены не только в Швейцарии, но так же в Германии и Чехии.

Стационарные асфальтосмесительные установки используются в крупных населенных пунктах, они способны удовлетворить по-

требности в асфальтобетонной смеси целого региона. Технические характеристики, марки и модификации представлены в таблице 8.3.

Таблица 8.3

Технические характеристики асфальтосмесительных установок производства Ammann (Швейцария)

Показатели	Global	JustBlack	SpeedyBatch	Uniglobe	Universal	NG	S	CB/CB P
	80-180	80-240	150-280	200-320	160-360	240-360	240-400	80-350
Производительность, т/ч	80-180	80-240	150-280	200-320	160-360	240-360	240-400	80-350
Длина сушильного барабана, м	6 - 9	6 - 9	8 - 10	9 - 10	8 - 10	9 - 10	9 - 10	6,5 - 11
Диаметр сушильного барабана, м	1,7 - 2,2	1,7 - 2,5	2,0 - 2,5	2,2 - 2,7	2,2 - 2,7	2,5 - 2,7	2,5 - 2,7	1,4 - 2,9
Мощность привода сушильного барабана, кВт	5,5 - 15	5,5 - 15	9,2 - 18,5	15 - 18,5	11 - 18,5	15 - 18,5	15 - 18,5	4 - 30
Площадь грохота, м ²	13 - 31	13 - 37	19 - 44	31 - 56	44 - 56	45 - 56	45 - 56	19 - 56

Из производимых асфальтосмесительных установок Marini (Италия) наиболее популярной является серия Top Tower 3000P производительность 240 т/ч. В этой установке применяется сушильный барабан длиной 9 м и Ø 2,2 м, с мощностью привода 15 кВт и площадью грохота 27,3 м². Такие установки наиболее часто используются для обеспечения асфальтобетонными смесями крупных городов.

За последнее время широкую востребованность приобрели мобильные установки Ermont (Франция). Мобильная установка Roadbatch 160 т/ч размещается на двух трейлерах и может быть перемещена на новое место дислокации и смонтирована в очень короткий период времени (1 сутки).

Модульные асфальтобетонные заводы Phoenix (Англия) марки StarBatch, имеющие четыре модификации 1000, 1500, 2000 и 2500, соответствующей производительностью 80 т/ч, 120 т/ч, 160 т/ч и 200 т/ч, так же характеризуются быстрым монтажом, за счёт модульности быстрым переоборудованием с целью получения проектной мощности.

Особое внимание заслуживает мобильный мини асфальтобетонный завод Phoenix Transworld RoadStar Mini 5 – 9 т/ч. Уникальная мобильная мини установка по производству всех типов асфальтобетонной смеси производительностью от 5 до 9 т/ч идеально подходит для строительства малых дорог и дорожного (ямочного ремонта). Асфальтобетонная смесь готовится непосредственно на

месте проведения работ, что позволяет выпускать точно такое количество асфальтобетонной смеси, которое необходимо в данный момент. Транспортируется установка любым грузовым автомобилем или внедорожником. Запуск мини АБЗ в работу может быть выполнен уже через несколько минут после доставки на место.

В последнее время широкое применение приобрели стационарные асфальтобетонные заводы производителей GI-Tech, Dayu Machinery и Roady (Китай). Эти заводы имеют широкий диапазон модификаций по производительности (табл. 8.4) и используют циклическую технологию производства.

Таблица 8.4

Технические характеристики стационарных асфальтосмесительных установок производства GI-Tech (Китай)

Показатели	Стационарный асфальтобетонный завод серии:			
	LB 600 (CP – 60)	LB 800 (CP – 80)	LB 1000 (CP – 100)	LB 1500 (CP – 150)
Производительность, т/ч	48	64	80	120
Мощность, кВт	186	233	280	347
Загружаемость миксера, кг	600	800	1000	1500

Мобильные асфальтосмесительные установки могут иметь, как безфундаментную (рамно-плитную) модификацию, так и колёсную модификацию. По технологии производства асфальтобетонных смесей мобильные АБЗ, так же как и стационарные, используют традиционную циклическую схему. Но характерной особенностью этих АБЗ является быстрый монтаж и запуск производства, а при необходимости быстрый демонтаж и перемещение на новое место дислокации.

Как правило, основная масса мобильных АБЗ имеет производительность, не превышающую 80 т/ч (табл. 8.5). Это обусловлено небольшой потребностью в асфальтобетонной смеси в данном регионе и обеспечением высокой мобильности за счёт уменьшения металлоемкости и снижения общего веса транспортируемого оборудования.

Таблица 8.5

Технические характеристики мобильных асфальтосмесительных установок производства GI-Tech (Китай)

Показатели	Мобильный асфальтобетонный завод серии:
------------	---

	QLB 10 / MLB 10	QLB 20 / MLB 20	QLB 40 / MLB 40	QLB 60 / MLB 60	QLB 80 / MLB 80
Производительность, т/ч	10	20	40	60	80
Мощность, кВт	72	91	130	157	199
Емкость для битума, м ³	10	20	40	40	40

Ещё одним достоинством этих АБЗ является унифицированность комплектующего оборудования. В зависимости от необходимости и условий производства могут быть использованы соответствующие комплектующие детали, что позволяет модернизировать АБЗ, получая новые технические и технологические характеристики производства.

Мобильный асфальтобетонный завод Spesco (Корея) производительностью 124 т/ч укомплектован высокотехнологичным оборудованием и современными автоматизированными средствами контроля, дозирования и управления. К таким средствам контроля относятся видеокамеры, которые отслеживают заполнение бункеров предварительного дозирования и работу их дозаторов. Такие же камеры контролируют работу горелки сушильного барабана, которая может работать на природном газе, мазуте и дизельном топливе. АБЗ оснащён высокоэффективной системой пылеочистки.

Для обеспечения заданной производительности АБЗ подбирают различные варианты асфальтосмесительных установок. Например, для обеспечения одной и той же производительности – 100 т/час, можно использовать два варианта комплекта оборудования: четыре смесителя Д-508 или два смесителя Д-617-2.

Выбор основного оборудования завода производится расчётом сравнительной экономической эффективности капитальных вложений методом приведенных затрат (т.е. затраты производятся к 1 году эксплуатации завода).

Для сравнения вариантов необходимо оперировать следующими показателями:

К – капитальные вложения (оптовая стоимость оборудования, затраты на доставку и монтаж);

С – текущие затраты за 1 год (т.е. сколько надо денег для выпуска смеси в течение года, т.е. годовая себестоимость продукции).

Для сравнения берем 2 варианта:

I-й K_1 C_1

II-й K_2 C_2

Кроме этого надо знать:

E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности.

Он задается: $E_n = 0,15$ – при выборе новой техники;

$E_n = 0,19$ – для существующих машин.

Если сравнивать новейший смеситель с серийно выпускаемым, то $E_n = 0,15$. Это значит, что каждая гривна капитальных вложений должен дать экономию 0,15 грн. или 0,19 грн.

При расчёте по методу приведенных затрат необходимо определить для каждого варианта количество капитальных вложений по формуле 8.3:

$$K_1 = n_1 \cdot D_1 \cdot a_1 \qquad K_2 = n_2 \cdot D_2 \cdot a_2, \text{ грн} \qquad (8.3)$$

где D_1 и D_2 – оптовые цены смесителей (цена, по которой завод отпускает смесители, определяется для АБЗ по «Прейскурант оптовых цен на машины и оборудование», для ЦБЗ по «Каталог-справочник строительных машин»);

n_1 и n_2 – количество смесителей по вариантам;

a_1 и a_2 – коэффициенты, учитывающие затраты на доставку и монтаж оборудования (в обжитых районах Держбуд разрешает брать для оборудования малой производительности $a = 1,07$, для оборудования большой производительности $a = 1,1$).

Текущие затраты рассчитываются по формул 8.4:

$$C_1 = Q_1 \cdot S_1 + Q_2 \cdot S_2 + \dots, \text{ грн} \qquad (8.4)$$

где Q_1, Q_2 – годовой объем различных типов смеси;

S_1, S_2 – себестоимость 1 т соответствующего типа смеси.

Для АБЗ усредненная себестоимость, рассчитываемая до 2-го знака, определяется по формуле 8.5:

$$S = \frac{60}{X} + 9,00, \text{ грн/т} \qquad (8.5)$$

где X – годовая производительность смесителя в тыс.т.

Для ЦБЗ усредненная себестоимость, рассчитываемая до 2-го знака, определяется по формуле 8.6:

$$S = \frac{123,2}{X} + 28,60, \text{ грн/м}^3 \quad (8.6)$$

Сумма приведенных затрат для каждого варианта определяется по формуле 8.7:

$$C_{\text{пр1}} = C_1 + E_n \cdot K_1 \quad C_{\text{пр2}} = C_2 + E_n \cdot K_2, \text{ грн} \quad (8.7)$$

где C_1 и C_2 – годовая себестоимость продукции.

Вариант, у которого сумма приведенных затрат минимальна, является наиболее экономичным.

8.3. Экономическая эффективность АБЗ

Определяем годовую сумму экономического эффекта по формуле 8.8:

$$\mathcal{E} = C_{\text{пр1}} - C_{\text{пр2}}, \text{ грн} \quad (8.8)$$

Но отличие в приведенных затратах может быть незначительным. В этом случае (для варианта с $\min C_{\text{пр}}$ и с $\max K$) определяют расчетный коэффициент экономической эффективности и сравнивают его с нормативным E_n .

Для варианта с наименьшей суммой приведенных затрат определяют расчетный коэффициент экономической эффективности по формуле 8.9:

$$E_p = \frac{C_1 - C_2}{K_2 - K_1} = \frac{\Delta C}{\Delta K} \quad (8.9)$$

где ΔK – дополнительные капитальные вложения для достижения приведенных затрат (если капитальные вложения во втором варианте больше, чем в первом).

Допустим: $C_{\text{пр1}} > C_{\text{пр2}}$, тогда по приведенным затратам второй вариант наиболее приемлем, однако капитальные вложения по этому варианту больше, чем по первому.

Полученный расчетный коэффициент сопоставляем с нормативным $E_n = 0,19$ (или $0,15$ для новых, не серийных установок).

При $E_p \geq E_n$ принимаем вариант с большей суммой капитальных вложений.

При $E_p < E_n$ принимаем вариант с меньшей суммой капитальных вложений.

Расчетный срок окупаемости капитальных вложений определяем по формуле 8.10:

$$T_p = \frac{1}{E_p}, \text{ лет} \quad (8.10)$$

Оптимальный диапазон расчетных сроков окупаемости капитальных вложений составляет от 5 до 7 лет, при меньших сроках окупаемости расчётные показатели экономической эффективности завышены, а при больших сроках окупаемости они занижены, что недопустимо.

Экономическая эффективность капитальных вложений при постройке завода (общая эффективность) определяется по формуле 8.11:

$$\mathcal{E}_n = \frac{Ц - С}{К}, \quad (8.11)$$

где $Ц$ – стоимость годовой продукции в оптовых ценах;

$С$ – себестоимость годовой продукции;

$К$ – капитальные вложения на постройку завода (принимают по укрупненным показателям).

Стоимость годовой продукции в оптовых ценах определяется по формуле 8.12:

$$Ц = Q_T \cdot S', \text{ грн} \quad (8.12)$$

где S' – стоимость 1т смеси.

Себестоимость годовой продукции определяется по формуле 8.13:

$$С = Q_T \cdot S'', \text{ грн} \quad (8.13)$$

где S'' – себестоимость 1т смеси.

Капитальные вложения на постройку завода определяется по формуле 8.14:

$$K = \Delta K \cdot Q_r, \text{ грн} \quad (8.14)$$

где ΔK – удельные капитальные вложения на постройку завода.

8.4. Особенности работы АБЗ в зимнее время.

Так как устраивать покрытия дорог из асфальтобетонных смесей горячего типа разрешается при температурах воздуха не ниже +5 °С весной и +10 °С осенью, то возникает проблема занятости персонала и оборудования в холодное время года. На широте Харькова такой холодный период длится около пяти месяцев. Останавливать завод на ремонт и техническое обслуживание на такой длительный период времени нецелесообразно.

В отдельных случаях при грамотной организации и планировании работ дорожно-строительных организаций возможны варианты продолжения производства работ по выпуск асфальтобетонных смесей горячего типа и устройству покрытий из них. Такие работы могут производиться в крытых производственных помещениях с большой площадью, таких как цеха производственных предприятий, склады, ангары и другие объекты. Но и в этой ситуации возникают дополнительные условия, ограничивающие временной диапазон производства работ, связанные с температурными ограничениями при условии подготовленности основания, обеспечении интенсивного уплотнения и других мероприятий.

Наиболее рациональным решением в таких ситуациях может быть организация выпуска асфальтобетонных смесей холодного типа. Холодные асфальтобетонные смеси можно производить и складировать в течение всего холодного периода. А с наступлением климатических условий, позволяющих производить ямочный ремонт дорог устраивать такой ремонт из холодных асфальтобетонных смесей.

При производстве холодных смесей необходимо использовать битумы пониженной вязкости СГ 70/130; МГ 70/130. Следовательно, необходимо предусмотреть оборудование для получения жид-

ких битумов и отдельные ёмкости для хранения таких битумов, а так же предусмотреть своевременное поступление на завод таких битумов. В обязательном порядке все битумопроводы, насосы и другие элементы транспортирования битума должны снабжаться системой обогрева. Битумопроводы должны устраиваться с уклоном для стока по ним остатков вязущего. В пониженных местах системы устраиваются сливные пробки.

С целью предупреждения смерзания влажных минеральных материалов, расположенных в штабельном складе, над течками подземной галереи прокладывается система паровых труб, подогревающих в этих местах каменные материалы. Смесительная камера должна быть оборудована паровой рубашкой на случай подогрева после длительной остановки смесителя. Повышается температура просушивания каменных материалов, интенсивность перемешивания.

8.5. Автоматизация технологических процессов на АБЗ

В настоящее время отечественная промышленность выпускает комплекты технологического оборудования с дистанционным и автоматическим управлением.

Дистанционное управление технологическим оборудованием используется для следующих процессов: разгрузки минеральных материалов из железнодорожных вагонов и укладки материалов в склады; разгрузка и складирование минерального порошка; транспортирование, предварительное дозирование и нагрев минеральных материалов; разгрузка, нагрев, выпаривание и транспортирование битума.

Автоматическое управление используется при точном дозировании всех составляющих, при изготовлении, выдаче готовой смеси.

Все процессы, имеющие автоматическое управление, дублируются дистанционным управлением.

8.6. Охрана труда, охрана природы, противопожарная безопасность

АБЗ относятся к производствам с повышенной опасностью для работающих. Необходимо строгое соблюдение правил техники безопасности.

К работе на АБЗ допускаются лица не моложе 18 лет, знакомые с правилами техники безопасности на АБЗ, имеющие удостоверение на право управления соответствующими машинами.

Персонал, занятый обслуживанием машин и оборудования АБЗ, должен быть обеспечен спецодеждой: комбинезонами из плотной ткани, брезентовыми рукавицами, кожаной обувью.

Битумохранилище должно быть ограждено забором высотой не менее 1 м. На ограждениях должны быть надписи “Вход воспрещен”. Располагается на площадке с учетом господствующих ветров.

Для безопасной работы нагревательно-перекачивающего агрегата Д-592 с обеих сторон битумохранилища в конце рельсовой колеи следует установить упоры с резиновыми или деревянными амортизаторами, гасящими энергию движущегося агрегата.

Отсоединять, заменять участки битумопаропроводов можно только после отключения магистрали.

В случае ожога горячим битумом следует немедленно смыть его с места ожога керосином и сделать примочку из 2 %-ного раствора марганцевокислого калия.

Перед включением транспортеров обязательно подавать звуковой сигнал.

Запрещается снимать решетки на бункерах агрегата питания, спускаться в бункер во время работы агрегата; убирать материал из-под элеватора, находясь под его цепью; подогреть факелом расходные баки с топливом; бросать зажженный факел на землю вблизи топливной установки – факел следует гасить в баке с песком.

Необходимо обязательное устройство молниеотводов на площадке завода, заземление электромашин и т.д.

Особую осторожность необходимо соблюдать при работе с дегтем, в частности с пеком. Эти материалы вызывают раздражение кожи и слизистых оболочек, особенно в жаркую погоду. Поэтому рабочие должны быть снабжены специальной одеждой, респираторами, предохранительными очками и рукавицами. Все незащищенные части тела (лицо, шея) должны быть смазаны до начала работы пастами ХИОТ-6, ПМ-1, 4ЭР-1 и др., в состав которых входит

крахмал, глицерин, тальк, вазелиновое масло и др. Работы с дегтем лучше проводить ночью или в прохладное время. Рабочие обеспечиваются спецпитанием. При погрузке выгрузке пека его следует периодически поливать водой.

На АБЗ должен быть горячий душ, раздевалки.

При разжигании форсунок всегда придерживаться правила: вначале открывать вентиль подачи сжатого воздуха или пара, а затем – постепенно открывать вентиль подачи жидкого топлива. При прекращении работы операции производят в обратном порядке.

Следует помнить, что вначале работы, когда сушильный барабан холодный, возможен выброс горячих газов в сторону форсунки.

Для предотвращения пожара на агрегате Д-592 должны быть два огнетушителя – густопенный ОП-5 и углекислотный ОУ-5, лопаты, ящики с песком, брезент.

Весь завод должен быть оборудован средствами пожаротушения: резервуарами, колодцами, пожарными рукавами, огнетушителями, мотопомпами и т.д. Должен быть обеспечен подъезд к противопожарным водоемам, к зданиям и сооружениям завода.

Курение разрешается только в специально отведенных местах на площадках отдыха.

При разжижении битума принимают меры предосторожности против воспламенения: работу проводят только днем, под руководством опытного работника, на расстоянии не менее 30-50м от других установок. Вводят разжижитель в горячий битум только через шланг, опустив конец его в битум.

К работе на АБЗ и битумных базах не допускаются лица, страдающие хроническими кожными заболеваниями; сердечно-сосудистой недостаточностью; аллергической предрасположенностью; хроническими заболеваниями дыхательных путей, легких, пищеварительных органов, неполноценностью функции печени и почек.

АБЗ виден издали. Топливо в форсунках (мазут) полностью не сгорает, пыль полностью не оседает в циклонах.

Перспективным является перевод завода на электрический индукционный нагрев. Так же хорошие результаты дает перевод АБЗ на газовое топливо.

Где возможно, надо заменять двигатели внутреннего сгорания электродвигателями. Значительное количество пыли выделяется и при погрузочно-разгрузочных работах.

Необходимо озеленять территорию завода.

Транспортировать вяжущее с помощью сжатого воздуха.

8.7. Контроль качества продукции

Существует 3 вида контроля:

- входной;
- операционный;
- приемочный.

Входной контроль – контроль качества поступающих на завод материалов: щебня, песка, минерального порошка, битума.

Качество нефтяного дорожного вязкого битума согласно требованиям ДСТУ 4044-2001 контролируют по следующим показателям:

- условная вязкость (глубина проникания иглы в битум при 25 °С);
- температура размягчения, определена по «кольцу и шару»;
- растяжимость битума (дуктильность) при 25 °С;
- растяжимость битума (дуктильность) при 0 °С;
- изменение массы после прогрева;
- остаточная пенетрация (глубина проникания иглы в битум при 25 °С);
- изменение температуры размягчения;
- температура хрупкости битума;
- температура вспышки битума, определяемая в открытом тигле;
- сцепляемость с поверхностью стекла;
- растворимость в органическом растворителе.

Качество нефтяного дорожного жидкого битума согласно требованиям ГОСТ 11955-82 контролируется по следующим показателям:

- условная вязкость по вискозиметром с отверстием \varnothing 5 мм при температуре 60 °С;
- содержание разжижителя;

- температура размягчения остатка после испарения разжижителя;
- температура вспышки битума определяемая в открытом тигле;
- испытания на сцепляемость с мрамором или песком.

Качество дорожного битума, модифицированного полимерами согласно требованиям ДСТУ Б В.2.7-135:2007 контролируют по следующим показателями:

- однородность;
- условная вязкость (глубина проникания иглы в битум при 25 °С);
- температура размягчения, определена по «кольцу и шару»;
- растяжимость битума (дуктильність) при 25 °С;
- растяжимость битума (дуктильність) при 0 °С;
- эластичность при температуре 25 °С);
- температура хрупкости битума;
- температура вспышки битума определяемая в открытом тигле;
- изменение температуры размягчения, определённой по «кольцу и шару» после прогрева;
- остаточная пенетрация (глубина проникания иглы в битум при 25 °С);
- сцепляемость с поверхностью щебня или стекла;
- расслоение при хранении по разнице температуры размягчения;
- расслоение при хранении по разнице пенетрации при 25 °С.

Качество щебня контролируют по следующим показателям:

- гранулометрический состав;
- содержание лещадных зерен, %;
- средняя плотность, кг/м³;
- насыпная плотность, кг/м³;
- пустотность, %;
- содержание пылевато-глинистых частиц, %;
- морозостойкость (циклы замораживания и оттаивания);
- дробимость в цилиндре, %;
- износ в полочном барабане, %;

Качество песка контролируют по следующим показателям:

- гранулометрический состав;

- модуль крупности (желательно ≥ 2);
- содержание пылевато-глинистых частиц, %;
- насыпная плотность, кг/м³;

Качество минерального порошка контролируют по следующим показателям:

- гранулометрический состав;
- битумоёмкость;
- средняя плотность в уплотненном состоянии;
- истинная плотность;
- пористость минерального порошка, % ($\leq 30\%$);
- влажность, %;
- гидрофобность;
- набухание в смеси с битумом.

Операционный контроль – контроль за соблюдением всех технологических операций: дозирование минеральных и органических материалов, температура сушки и нагрева каменных материалов, температура нагрева вяжущих, время перемешивания всех компонентов в смесителе.

Приемочный контроль – контроль качества готовой продукции заключается в контроле температуры и однородности смеси, ее состава, качества образцов асфальтобетона из этой смеси.

Качество образцов определяют по следующим свойствам:

- средняя плотность, кг/м³;
- водонасыщение, %;
- предел прочности на сжатие при температурах +20°C, +50°C, 0°C;
- водостойчивость;
- остаточная пористость.

8.8. Общие принципы проектирования генеральных планов АБЗ

Общие принципы проектирования генеральных планов производственных предприятий:

- расположение цехов должно соответствовать технологической схеме производства продукции и способствовать достижению высокой производительности труда на предприятии.

- территория предприятия делится по функциональному принципу на четыре зоны: 1) предзаводскую; 2) производственную; 3) подсобную; 4) складскую.
- необходимо предусмотреть максимальную блокировку всех зданий и сооружений.
- протяженность транспортных коммуникаций должна быть минимальной.
- отсутствие пересечений транспортных потоков (например: доставка щебня и песка – вывозка готовой продукции).

Площадка предприятия должна располагаться с подветренной стороны по отношению к населенному пункту, на участке со спокойным рельефом. Располагать ее желательно ближе к существующим дорогам, как можно ближе к источникам водоснабжения. Под предприятие желательно отводить негодные к использованию в сельском хозяйстве земли. Расстояние от населенного пункта до АБЗ должно быть не менее 300 м. Основные сведения по составу и правилам оформления чертежей генерального плана приведены в лекции 5 (“битумные базы”).

Склады нефтепродуктов следует располагать с подветренной стороны по отношению к производственным сооружениям. То же самое относится к сооружениям, выделяющим пыль, дым.

С точки зрения пожарной безопасности наименьшие расстояния между зданиями, сооружениями следует принимать в пределах 18 м – между сооружениями IV-V степени огнестойкости; 9 м – I степени огнестойкости.

Расстояния от зданий IV-V степени огнестойкости до складов с горючими жидкостями – не менее 24 м.

Внутризаводские автомобильные дороги проектируются в зависимости от грузонапряженности дороги, габаритов расчетного автомобиля. Довольно часто для предприятий дорожного строительства принимаются следующие типы внутризаводских дорог:

- производственные дороги с шириной проезжей части – 6,0 м, числом полос движения – 2, шириной обочины – 1,5 м;
- проезды и подъезды с шириной проезжей части – 4,5 м, числом полос движения – 1, шириной обочины – 2,0 м.

При устройстве бордюров ширина проезжей части увеличивается на 1 м.

Радиусы кривых в плане назначают не менее 15 м.

Инженерные сети должны проектироваться в виде прямолинейных участков, по кратчайшему пути.

На схеме генерального плана каждая инженерная сеть обозначается своим индексом.

Основными технико-экономическими показателями генерального плана являются:

- площадь территории, га;
- площадь застройки, га;
- плотность застройки;
- коэффициент использования территории.

Плотность застройки ($K_{\text{застр}}$) определяется по формуле 8.15:

$$K_{\text{застр}} = \frac{\text{Площадь застройки}}{\text{Площадь территории}} \cdot 100\% , \quad (8.15)$$

Коэффициент использования территории ($K_{\text{исп}}$) определяется по формуле 8.16:

$$K_{\text{исп}} = \frac{\text{Площадь всех зданий и сооружений}}{\text{Площадь территории}} , \quad (8.16)$$

В площадь застройки не входит площадь автомобильных дорог, тротуаров, отмосток, железных дорог, площадки отдыха.

Коэффициент использования территории должен быть в пределах от 0,5 до 0,75.

Минимальная плотность застройки: АБЗ – 44 %; битумной базы – 27 % (притрасовой), 31 % (прирельсовой).

Качество проекта генерального плана характеризуют его технико-экономические показатели. В целях использования единой методики для выявления наиболее целесообразного решения генерального плана предприятия при сравнении вариантов или при сравнении с генпланом аналогичного действующего предприятия рекомендовано пользоваться следующим полным перечнем технико-экономическими показателями:

- площадь территории предприятия (га);
- площадь застройки (м^2);
- плотность застройки (%);
- протяженность автомобильных дорог (м);

- протяженность железнодорожных путей (м);
- площадь, занятая автомобильными дорогами и площадками с твердым покрытием автотранспорта (м²);
- площадь, занятая железнодорожными путями (м²);
- протяженность надземных и подземных коммуникаций (м);
- протяженность ограждения территории (км или м);
- площадь озеленения (м²);
- коэффициент (степень) озеленения (%);
- площадь используемой территории (м²);
- коэффициент использования территории (%);
- площадь резервных территорий (м²).

Приведенные показатели составляют первую группу, так называемых, общих показателей. Вторая и третья группы показателей характеризуют объем строительных работ по освоению территории, размеры необходимых капитальных вложений и эксплуатационные затраты. Степень детализации показателей зависит от стадии проектирования и задач, решаемых с их помощью.

При определении общих показателей необходимо руководствоваться следующими правилами.

1) Площадь территории предприятия (*АП*) включает всю территорию предприятия в ограде или при отсутствии ограды в соответствующих ей условных границах, а также участок, занятый веером железнодорожных путей, относящихся к предприятию. Предзаводскую площадь не включают в площадь предприятия.

2) Площадь застройки (*АЗ*) определяют как сумму площадей, занятых зданиями и сооружениями всех видов, включая навесы, открытые технологические, санитарно-технические, энергетические и другие установки, эстакады и галереи, площадки погрузоразгрузочных устройств, подземные сооружения (резервуары, погреба, убежища, тоннели, над которыми не могут быть размещены здания и сооружения), а также открытые стоянки автомобилей, машин, механизмов и открытые склады различного назначения при условии, что размеры и оборудование стоянок и складов принимаются по нормам технологического проектирования предприятий.

В площадь застройки включают резервные участки на территории объекта, намеченные в соответствии с заданием на проекти-

рование для размещения на них зданий и сооружений (в пределах габаритов указанных зданий и сооружений).

В площадь застройки не включают площади, занятые отмостками вокруг зданий и сооружений, тротуарами, автомобильными и железными дорогами, железнодорожными станциями, временными зданиями и сооружениями, открытыми спортивными площадками, площадками для отдыха трудящихся, зелеными насаждениями (из деревьев, кустарников, цветов и трав), открытыми стоянками автотранспортных средств, принадлежащих гражданам, открытыми водоотводными и другими канавами, подпорными стенками, подземными зданиями и сооружениями или частями их, над которыми могут быть размещены другие здания и сооружения.

Подсчет площадей, занимаемых зданиями и сооружениями, производится по внешнему контуру их наружных стен на уровне планировочных отметок земли.

При подсчете площадей, занимаемых галереями и эстакадами, в площадь застройки включается проекция на горизонтальную плоскость только тех участков галерей и эстакад, под которыми по габаритам не могут быть размещены другие здания или сооружения, на остальных участках учитывается только площадь, занимаемая фундаментами опор галерей и эстакад на уровне планировочных отметок земли.

3) Плотность застройки ($K_{застр}$) определяется в процентах как отношение площади застройки к площади предприятия по формуле 8.15.

Плотность застройки является одним из основных показателей, в определенной степени отражающим экономичность принятых решений запроектованного генерального плана. Этот показатель регламентирован действующими нормами проектирования. В ДСТУ Б А.2.4-6-95 «Правила виконання робочої документації генеральних планів підприємств, споруд та житлово-цивільних об'єктів» приведены показатели минимальной плотности застройки, установленные для предприятий различных отраслей промышленности [18]. Для предприятий стройиндустрии $K_{застр} = 27 \div 63 \%$.

4) Площадь, занятая автомобильными дорогами и площадками с твердым покрытием для автотранспорта исчисляется как сумма

площадей, занятых проезжими частями внутризаводских магистралей и проездов (без обочин и бортовых устройств), а также отдельными площадками и въездами в производственные здания, сооружения и склады.

5) Площадь, занятая железными дорогами, определяется как произведение общей длины железнодорожных путей (в пределах ограждения территории) на среднюю ширину полотна, равную 5 м.

6) Протяженность железнодорожных путей определяется по общей длине (без внутрицеховых путей).

7) Протяженность автомобильных дорог складывается из общей длины проезжих частей магистральных и других проездов и въездов в отдельные производственные здания, сооружения, склады.

8) Протяженность ограждения принимается по внешней границе промышленной площадки. Длина ограждения внутренних участков не учитывается.

9) Протяженность надземных и подземных коммуникаций определяется по их общей длине.

10) Площадь озеленения определяется как сумма площадей организованных зеленых насаждений (древесно-кустарниковых, газонов, цветников).

11) Коэффициент озеленения территории определяется как отношение площади озеленения к площади предприятия. Нормативный показатель коэффициента озеленения согласно СП 18.13330.2011 должен составлять, как правило, не более 15 %.

12) Площадь используемой территории определяется как сумма площадей застройки, открытых складов, автомобильных дорог и площадок, тротуаров, отмосток и железнодорожных путей.

13) Коэффициент использования территории определяется как отношение площади используемой территории к площади территории предприятия в ограде или в условных границах.

14) Резервная территория складывается из площадей, предусмотренных для расширения отдельных зданий и сооружений, и участков территории в ограде и предназначенных для дальнейшей застройки. При этом, участки, не имеющие конкретного перспективного назначения, в резервную территорию не включаются.

При оценке генеральных планов промышленных предприятий в ряде случаев нет необходимости использовать весь перечень тех-

нико-экономических показателей. Их выбор зависит от назначения и целей в разрешении вопросов, имеющих принципиальное значение на основании этих показателей.

Принятая методика оценки генерального плана несовершенна. Например, участки, занятые внешними коммуникациями, транспортными и энергетическими объектами, расположенные вне основной территории предприятия, как правило, не учитываются при подсчете технико-экономических показателей. Оценка качества генерального плана по плотности застройки недостаточно учитывает типологию зданий, насыщенность рабочей площадью и не стимулирует применение многоэтажных зданий.

Для обоснованной оценки генерального плана необходимо учитывать результат конечной деятельности, используя показатели расхода площади предприятия, отнесенные к производительности, мощности, количеству выпускаемой продукции.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Бюлетень Державного агентства автомобільних доріг України за 2015 рік. <http://www.ukravtodor.gov.ua>
2. Акимова Т. А. Экология. Природа - Человек - Техника: Учеб. для вузов / Т. А. Акимова, А. П. Кузьмин, В. В. Хаскин – М.: ЮНИТИ - ДАНА, 2001. – 343 с.
3. Вронский, В. А. Кислотные дожди: экологический аспект//Биология в школе. – 2006. – №3. – с. 3-6.
4. Варламов А. А. Экология землепользования и охрана природных ресурсов / А. А. Варламов, А. В. Хабаров – М.: Колос, 1999. – 159 с.
5. Медведєв В. В. Бонитировка и качественная оценка пахотных земель Украины / В. В. Медведєв, И. В. Плиско – Харьков: «13 типография», 2006. – 336 с.
6. Золотарёв В. А. Испытания дорожно-строительных материалов: лабораторный практикум / В. А. Золотарёв, В. И. Братчун, А. В. Космин, Ю. П. Ткачук, В. А. Псюрник, Е. Б. Киреева, С. Н. Толмачёв, Н. Ф. Глущенко – Харьков: ХНАДУ, 2011. – 368 с.
7. Вейцман М. И. Битумные базы и цехи / М. И. Вейцман,

- Б. Н. Соловьев – М.: Транспорт, 1976. – 235с.
8. Грушко И. М. Дорожно-строительные материалы: Учеб. для вузов / И. М. Грушко, И. В. Королёв, И. М. Борщ, Г. М. Мищенко – М.: Транспорт, 1991. – 357 с.
 9. Пастухов И. Ф. Вагоны: Учеб. для техникумов / И. Ф. Пастухов, В. В. Лукин, Н. И. Жуков – М.: Транспорт, 1988. – 280 с.
 10. Дубровин Е. Н. Проектирование производственных предприятий дорожного строительства: Учеб. для вузов / Е. Н. Дубровин, И. Я. Колкер, Ю. В. Старостин и др. – М.: Высшая школа, 1975. – 351 с.
 11. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови : ДСТУ Б В.2.7-119-2011. – [Чинний від 2012-10-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2012. – 39 с. – (Національний стандарт України).
 12. Гун Р. Б. Нефтяные битумы / Р. Б. Гун – М.: Химия, 1973. – 432 с.
 13. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия : ДСТУ 4044-2001. – [Чинний від 2002-01-01]. – К.: Государственный комитет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины, 2001. – 10 с. – (Національний стандарт України).
 14. Битумы нефтяные дорожные жидкие. Технические условия : ГОСТ 11955-82. – [Чинний від 1984-01-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 13 с.
 15. Бітуми та бітумополімери рідкі. Технічні умови : СОУ 45.2-00018112-036:2009. – [Чинний від 2009-04-01]. – К.: Державна служба автомобільних доріг України (УКРАВТОДОР), 2007. – 17 с. – (Галузевий стандарт України).
 16. Бітуми дорожні, модифіковані полімерами. Технічні умови : ДСТУ Б В.2.7-135:2007. – [Чинний від 2008-02-01]. – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2007. – 26 с. – (Національний стандарт України).
 17. Генеральные планы промышленных предприятий. Нормы проектирования.- СНиП II-89-80.- М: Стройиздат. – 1994. – 40 с.
 18. ДСТУ Б А.2.4-6-95 (ГОСТ 21.508-93) Правила виконання робочої документації генеральних планів підприємств, споруд та житлово-цивільних об'єктів - К.: ДКУСМА. – 1996. – 45 с.
 19. ДСТУ Б А.2.4-2-95 (ГОСТ 21.204-93) Умовні графічні зображення і позначення елементів генеральних планів та транспорту -

- К.: ДКУСМА. – 1997. – 34 с.
20. Правила охорони праці при будівництві, ремонті та утриманні автомобільних доріг і на інших об'єктах дорожнього господарства : ПАОП 63.21-1.01-96. – [Чинні від 1996-07-16 наказ № 118]. – К.: Держнагляд охорони праці України, 1996. – 151 с.
 21. Правил і норм техніки безпеки, пожежної і виробничої санітарії для фарбувальних цехів : НПАОП 28.4-1.13-74. – [Чинні від 1975-12-23 наказ № 409]. – М.: ВЦСПС ВЦНІИ Охраны труда, 1975. – 25 с.
 22. Битумные эмульсии. Перевод с французского и под редакцией В. А. Золотарёва. Учебно-методическое пособие. – Харьков: ХНАДУ, 2009. – 36 с.
 23. Золотарьов В. О. Фізико-хімічна механіка дорожньо-будівельних матеріалів: Конспект лекцій / В. О. Золотарьов, О. В. Космін – Харьков: ХНАДУ, 2009. – 208 с.
 24. Емульсії бітумні дорожні. Технічні умови : ДСТУ Б В.2.7-129:2013. – [Чинний від 2014-04-01]. – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2014. – 18 с. – (Національний стандарт України).
 25. Горельшев Н. В. Асфальтобетон и другие битумоминеральные материалы / Н. В. Горельшев – М. : Можайск – Терра, 1995. – 176 с.
 26. Колышев В. И. Асфальтобетонные и цементобетонные заводы: Справочник / В. И. Колышев, П. П. Костин, В. В. Силкин, Б. И. Соловьёв – М.: Транспорт, 1982. – 207 с.
 27. Строительство и реконструкция автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. I / А. П. Васильев, Б. С. Марышев, В. В. Силкин и др.; Под ред. д-ра техн. наук, проф. А. П. Васильева – М.: Информавтодор, 2005. – 1701 с.
 28. Миротин Л. Б. Производственные предприятия дорожного строительства / Л. Б. Миротин, В. В. Силкин, В. Я. Бубес – М.: Транспорт, 1986. – 191 с.
 29. Новиков А. Н. Асфальтосмесительные установки : учеб. пособие / А. Н. Новиков. – М., 1987. – 207 с.
 30. Соловьёв Б. Н. Асфальтобетонные заводы / Б. Н. Соловьёв, В. В. Силкин, В. Е. Елисеев – М.: Транспорт, 1993. – 208 с.
 31. Хмара Л. А. Бетоносмесительные заводы и установки /

Л. А. Хмара, А. С. Шипилов, Ю. В. Хвостенко, А. А. Бутенко – Днепропетровск: ООО «ЭНЭМ», 2008. – 464 с.

32. www.ammann-group.com

33. Хмара Л. А. Технологическое оборудование для производства строительных материалов / Л. А. Хмара, А. С. Шипилов, А. А. Бутенко – Днепропетровск: ООО «ЭНЭМ», 2009. – 320 с.

34. <http://genplan.pro/tekhniko-ekonomicheskie-pokazатели-generalnogo-plana/>