

Тема 5. БИТУМНЫЕ ЭМУЛЬСИИ

Эмульсиями называют дисперсные системы, состоящие из взаимно нерастворимых жидкостей.

Битумные эмульсии – это дисперсные системы, где вода является средой, а диспергированный битум – фазой. В дорожных эмульсиях битум и деготь диспергированы до частиц размером примерно 1 мкм.

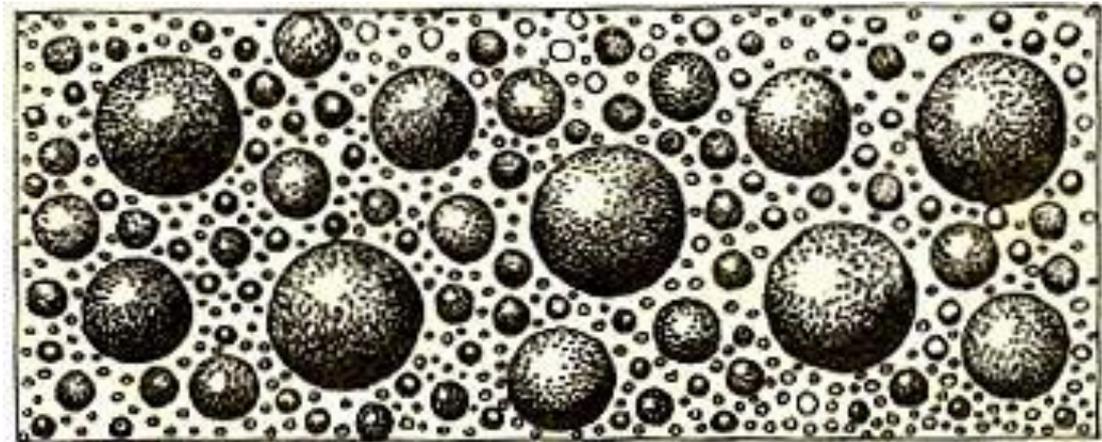
Необходимость применения эмульсий

Нефтяной дорожный битум широко применяется при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог в качестве вяжущего материала.

Основное его назначение – связывание минерального остова смеси в единое целое, чтобы обеспечить технологические и эксплуатационные характеристики дорожной одежды при воздействии на нее движения и климатических факторов. Битумные вяжущие должны удовлетворять основным требованиям :

- иметь вязкость, которая, с одной стороны, позволит равномерно распределить битум по обрабатываемой поверхности, а с другой – связывать (склеивать) обработанные им материалы в единое целое;
- хорошо смачивать минеральные частицы и прочно удерживаться на их сухой или увлажненной поверхности, т.е. хорошо прилипать к ней;
- обладать достаточной стабильностью свойств при воздействии различных климатических, технологических и эксплуатационных факторов.

В то же время долговечность, прочность и водостойкость покрытия, которые обеспечиваются адгезионно-когезионными свойствами вяжущего, увеличиваются с повышением вязкости битумного вяжущего.



Вид эмульсии при большом увеличении

Чтобы удовлетворить этим противоречивым требованиям, обычно выбирают битумное вяжущее, исходя из условий эксплуатации покрытия (нагрузки, атмосферных воздействий и т.п.), т.е. с высокими вязкоупругими свойствами, а для обеспечения технологических свойств его переводят в жидкое состояние одним из трех основных способов :

- нагреванием до высоких температур (применяется для получения горячей асфальтобетонной смеси);
- разжижением органическими разжижителями (используется для получения некоторых типов холодных и теплых органоминеральных смесей);
- превращением битума в одну из дисперсных систем – эмульсию, пасту или пену.

Классификация эмульсий

По характеру взаимодействия с минеральными материалами битумные дорожные эмульсии делятся на быстро-, средне- и медленнораспадающиеся.

Согласно ГОСТ 18659–81 скорость распада битумных эмульсий характеризуется возможностью смешивания их с минеральными материалами различного гранулометрического состава.

В России эмульсии классифицируются не по скорости распада, а по устойчивости при перемешивании с минеральными материалами, но увязывается это со скоростью распада:

Класс битумной эмульсии	Область применения
ЭБК-1 быстрораспадающиеся	Устройство поверхностной обработки Ямочный ремонт дорожных покрытий Подгрунтовка
ЭБК-2 среднераспадающиеся	Устройство поверхностной обработки Устройство оснований дорожных конструкций способом пропитки Приготовление черного щебня и пористых щебеночных смесей для устройства оснований дорожных одежд
ЭБК-3 медленнораспадающиеся	Приготовление плотных эмульсионно-минеральных смесей для устройства покрытий и слоев износа Укрепление откосов земляного полотна Приготовление грунтовых смесей Обеспыливание грунтовых дорог

Классификация битумных эмульсий в зависимости от области их применения в строительстве автодорог:

- дорожные, обычно содержащие эмульгированные дорожные вязкие нефтяные и сланцевые битумы, каменноугольные или другие дегти, предназначенные для дорожных работ;
- гидроизоляционные, обычно содержащие эмульгированные высоковязкие строительные и кровельные нефтяные битумы и предназначенные для гидроизоляционных работ, в том числе гидротехнических и кровельных;
- отделочные, чаще всего содержащие эмульгированные природные и синтетические каучуки (латексы) или поливинилацетат (ПВА) и используемые вместе с наполнителями, стабилизаторами и пигментами как компоненты водно-эмульсионных красок;
- специального назначения, например, для смазки форм при изготовлении сборных бетонных и железобетонных изделий или для охлаждения резца при механической обработке и изготовлении металлоизделий.

В зависимости от природы жидкости в составе фаз эмульсии различаются на:

- прямого типа – эмульсии масла в воде (М/В), когда капли битума (ДФ) диспергированы в воде (ДС);
- обратного типа – эмульсии воды в масле (В/М), когда вода (ДФ) диспергирована в битуме (ДС).

Битумные эмульсии могут подразделяться на

- низкоконцентрированные (с концентрацией ДФ до 40%);
- концентрированные (до 74%);
- высококонцентрированные (более 74% битума).

Эмульсии прямого типа обычно подразделяются в зависимости от природы эмульгатора на классы:

- анионные;
- катионные;
- с эмульгаторами двойного действия (амфотерные);
- неионогенные;
- эмульсии на твердых эмульгаторах.

В российских стандартах эмульсии подразделяют только на анионные и катионные (обозначены соответственно А и К), а в новом ГОСТ Р 52128–2003 введено также деление эмульсий в зависимости от применения полимерных материалов, причем независимо от способа введения полимера в битум – непосредственное эмульгирование такого полимербитума или введение его в уже приготовленную эмульсию (обозначено П).

Эмульсии обратного типа в зависимости от природы эмульгатора делятся на следующие:

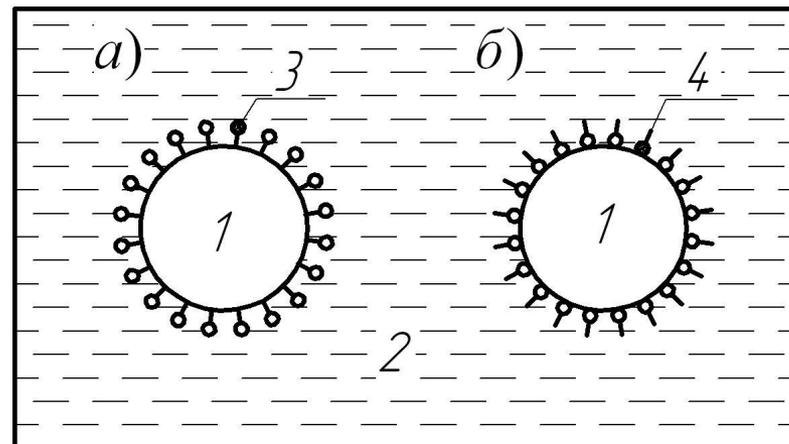
- эмульсии на основе ПАВ;
- эмульсии на твердых эмульгаторах;
- эмульсии на эмульгаторах неионогенного типа.

Полимермодифицированная (битумно-полимерная) дорожная битумная эмульсия – битумная эмульсия, имеющая в своем составе полимер в виде латекса или модифицирующей добавки к битуму в количестве, необходимом для улучшения свойств остаточного вяжущего.

Структурный состав битумных эмульсий

Битумы, являющиеся неполярными веществами, не растворяются в полярной жидкости (воде), поэтому они могут смешиваться с водой только с образованием коллоидной дисперсной системы – эмульсии. Образование и устойчивость эмульсии достигается путем введения в нее специальных эмульгаторов – поверхностно-активных веществ и тонкодисперсных твердых порошков.

Поверхностно-активные вещества, молекулы которых состоят из полярной и неполярной частей, ориентируются на границе раздела «битум–вода» таким образом, что неполярной частью они обращены к битуму, а полярной – к воде. Вследствие такой ориентации поверхностно-активных веществ создается слой, который уравнивает разность полярностей битума (фазы) и воды (среды), снижает поверхностное натяжение на границе их раздела.



Структура битумной эмульсии:
а – на органическом эмульгаторе;
б – на порошкообразном твердом эмульгаторе; 1 – битумная частица (фаза); 2 – вода (среда);
3 – органический эмульгатор;
4 – порошкообразный эмульгатор

Эмульгаторы для приготовления битумных эмульсий

Эмульгаторы для битумных эмульсий как для прямых, так и для обратных можно разделить по типу применяемого ПАВ на водо- и маслорастворимые. Третий, особый тип эмульгатора, не применяемый в зарубежной дорожной практике, – это твердые эмульгаторы.



Классификация эмульгаторов для битумных эмульсий

Приготовление дорожных эмульсий

Производство дорожных эмульсий состоит в измельчении (диспергировании) битума или дегтя в воде с эмульгатором.

Технологический процесс изготовления эмульсий состоит из следующих операций:

- 1) разогрева вяжущего материала;
- 2) приготовления эмульгаторов;
- 3) диспергирования вяжущего и смешения его с водным раствором эмульгатора.

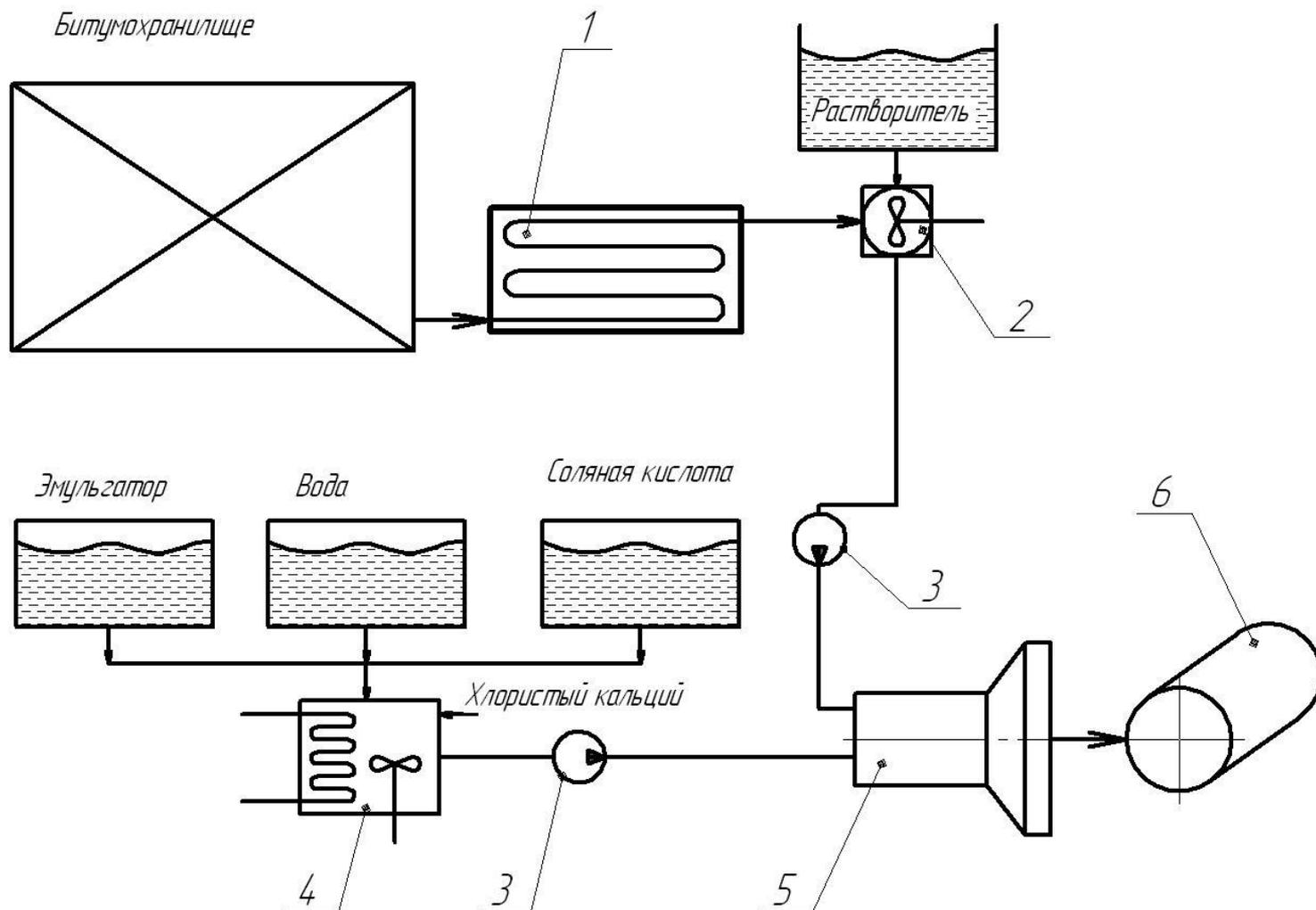
Битум или деготь в зависимости от вязкости подогревают до температуры 50–120 °С. Производство битумных эмульсий может осуществляться на установках непрерывного или периодического действия.

Органические водорастворимые эмульгаторы приготавливаются следующими способами :

1. Эмульгатор предварительно смешивается с нагретым битумом или дегтем и отдельно готовится водный раствор щелочи.
2. Эмульгатор (кислоты или продукты, их содержащие) омыляется в водной среде щелочью.

Приготовленные компоненты эмульсии (эмульгатор или водный раствор щелочи, вяжущий материал) содержатся в специальных резервуарах, из которых и подаются в эмульсионную установку. В установке при помощи вращающихся дисков (лопастей) происходит диспергирование (раздробление) битума или дегтя в водной среде. Эмульгатор адсорбируется на поверхности частиц вяжущего материала и придает устойчивость получаемой эмульсии.

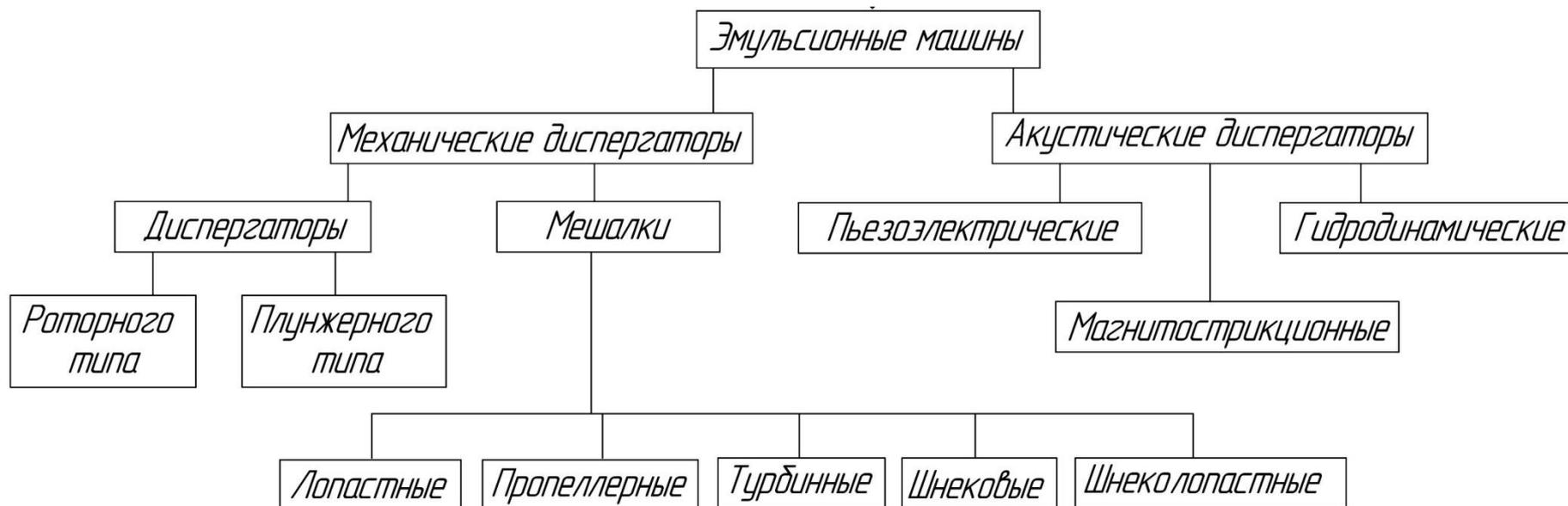
Принципиальная схема установки периодического действия:



1 – битумонагреватель; 2 – дозатор битума; 3 – насосы; 4 – дозатор эмульгатора; 5 – диспергатор; 6 – хранилище эмульсии

Оборудование для приготовления эмульсий

Для приготовления дорожных эмульсий используют разнообразные машины и установки.



Классификация эмульсионных машин

Диспергаторы относятся к оборудованию непрерывного действия. В них происходит измельчение одной жидкости в другой за счет приложения большой удельной механической энергии к жидкостям, находящимся в узком зазоре (0,2 – 0,4 мм) между ротором и статором.

Диспергаторы подразделяют на два типа: роторные и плунжерные. Диспергаторы первого типа имеют значительно меньшее количество трущихся деталей, чем плунжерные, и более просты конструктивно.

По количеству вращающихся дисков (роторов) диспергаторы подразделяют на одно-, двух- и трёхдисковые. Они также различаются по количеству щелей между ротором и статором и между роторами, например однодисковый трехщелевой.

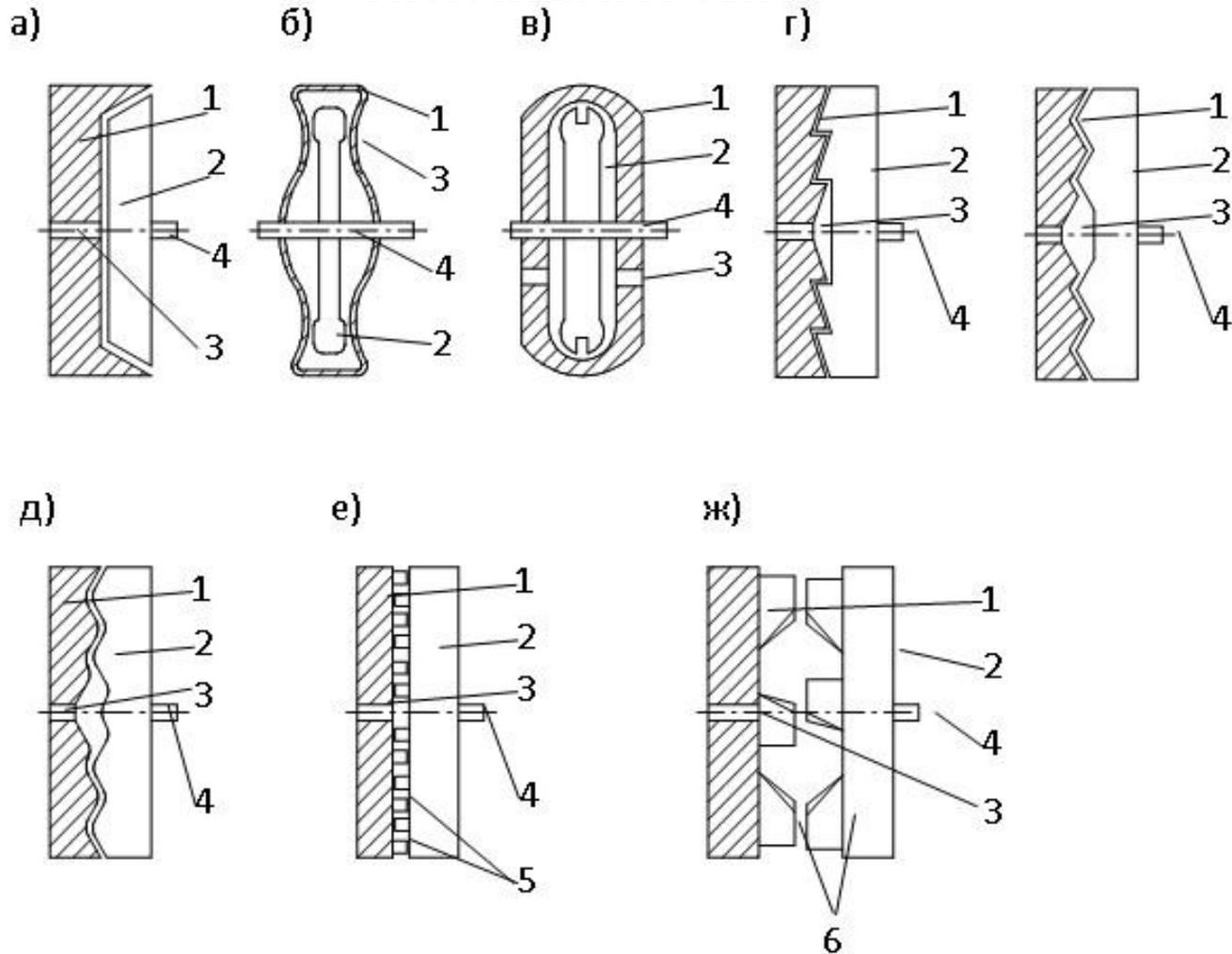
Для создания лучших условий эмульгирования рабочим поверхностям статора и ротора может придаваться различная форма: коническая, цилиндрическая, параболическая, извилистая и др. Использование роторов с извилистой, волнистой или зубчатой поверхностью удлиняет путь движения жидкостей в зазоре между ротором и статором, что облегчает диспергирование и повышает дисперсность эмульсий.

Оборудование, реализующее принцип механического эмульгирования с помощью диспергаторов роторного типа (коллоидной мельницы), можно разбить на три группы в зависимости от получаемого размера частиц битума в эмульсии :

- мельницы первой группы: пик от 1 до 2 мкм и более 90% частиц менее 5 мкм;
- мельницы второй группы: пик 4–5 мкм и более 90% частиц менее 10 мкм;
- мельницы третьей группы: пик выше 5 мкм и более 10% частиц крупнее 10 мкм.

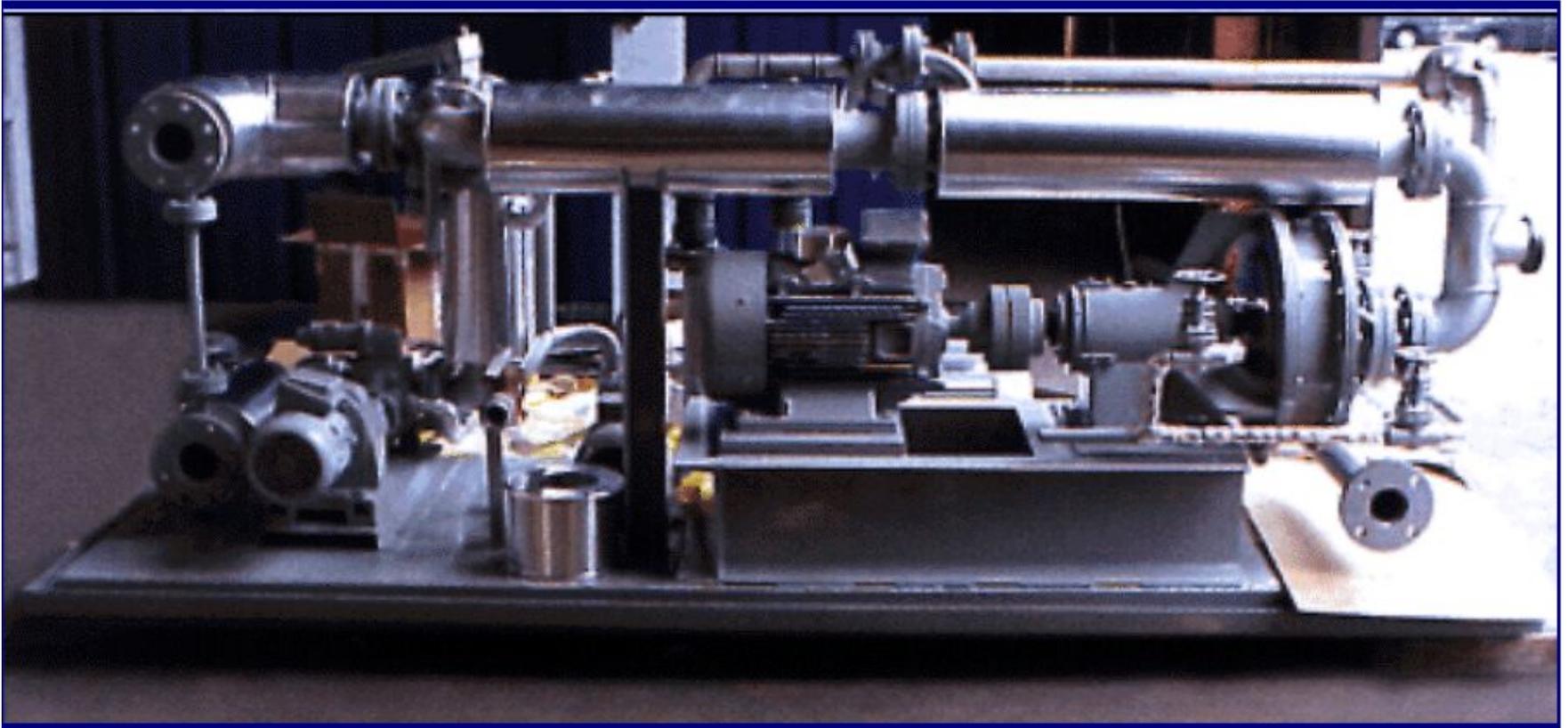
Виды рабочих поверхностей диспергаторов

потопного типа



а – конические; б – цилиндрические; в – параболические; г – зубчатые;
д – извилистые; е – кулачковые; ж – турбинные; 1 – статор; 2 – ротор; 3 – загрузочные
или разгрузочные отверстия; 4 – вал; 5 – кулачковые била; 6 – турбинные лопатки

Мельница BITUMILL

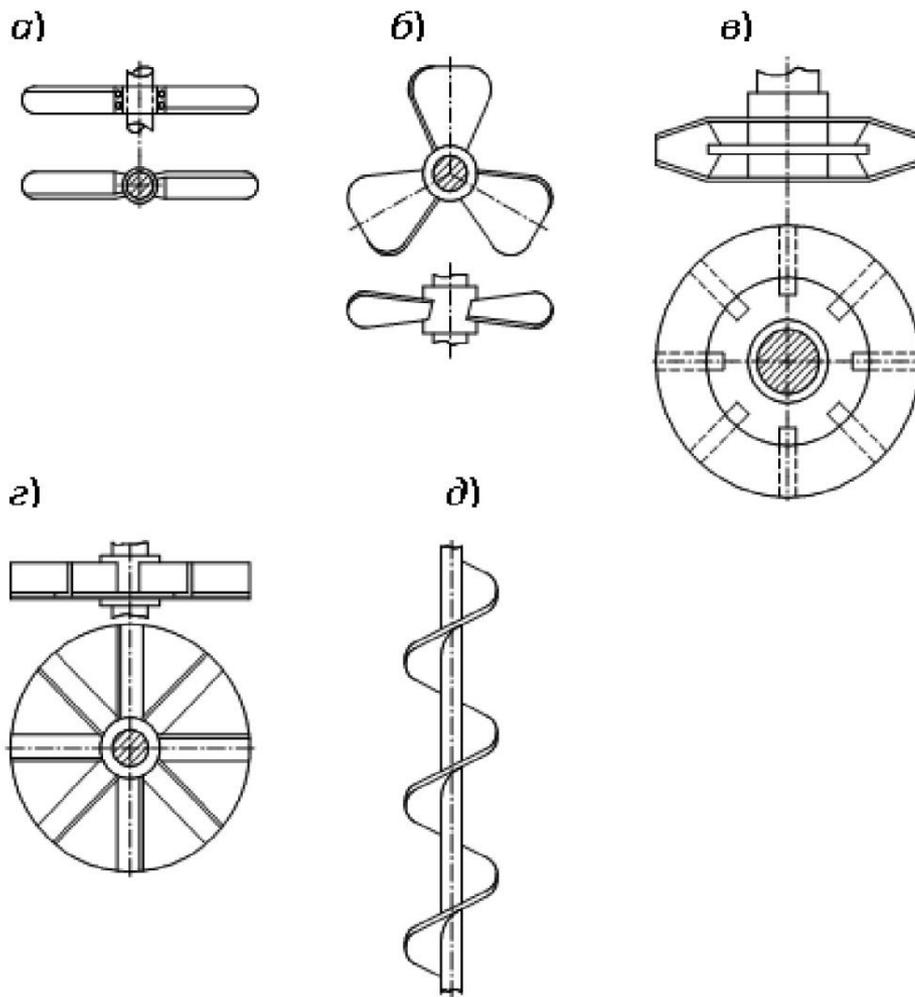


Мельница для производства битумной эмульсии

Мешалки являются оборудованием порционного действия. Известны три основных типа перемешивающих устройств :

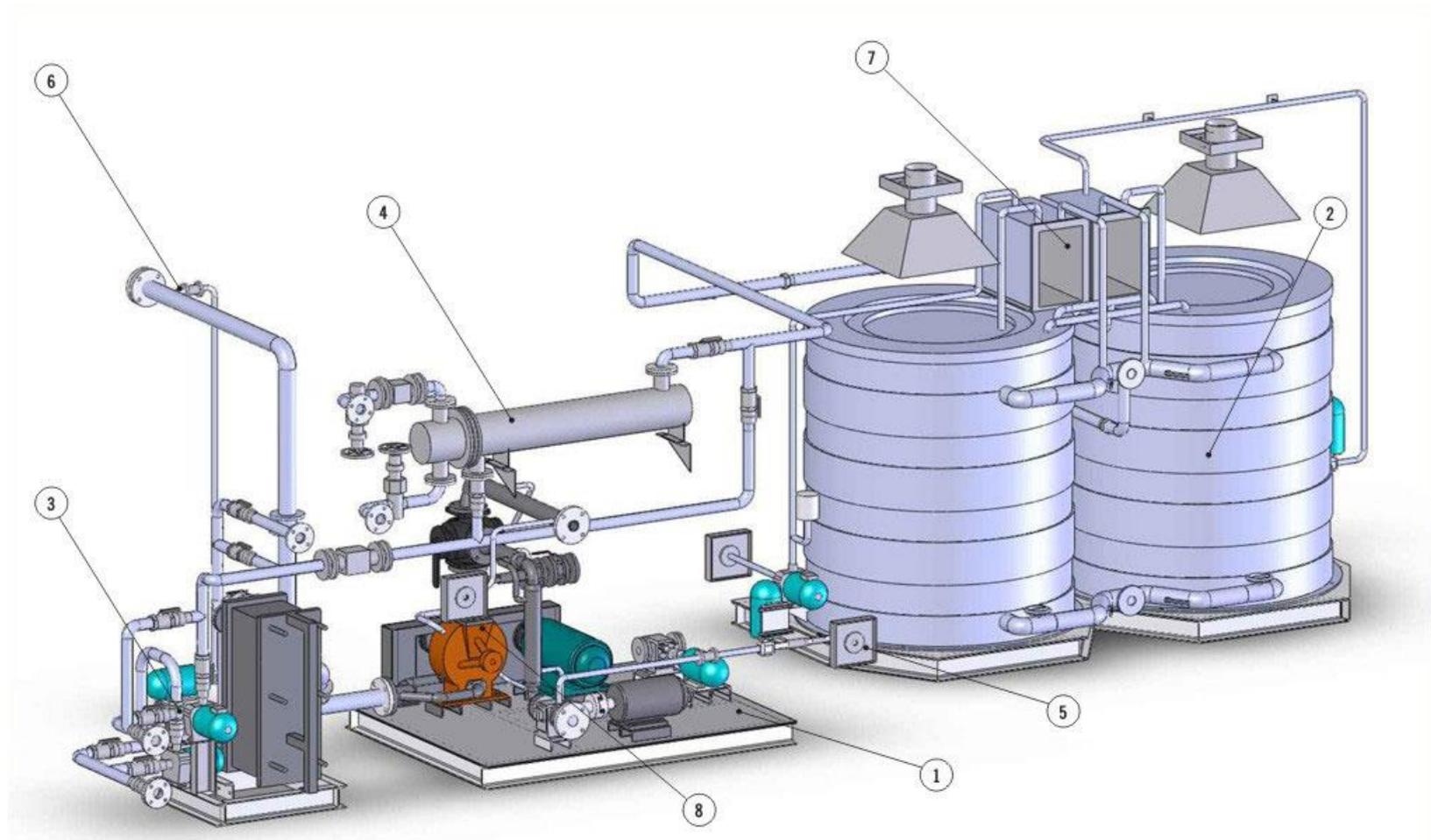
- лопастные (частота вращения лопастей от 20-30 об/мин до 800-1000 об/мин),
- винтовые (частота вращения винта 300-1000 об/мин)
- турбинные (частота вращения турбин 100-320 об/мин).

Лопастные мешалки по конструкции значительно проще диспергаторов. Их широко используют для приготовления обратных эмульсий с применением жидких вяжущих материалов – каменноугольного дегтя или сланцевого битума, с нефтяным вязким битумом.



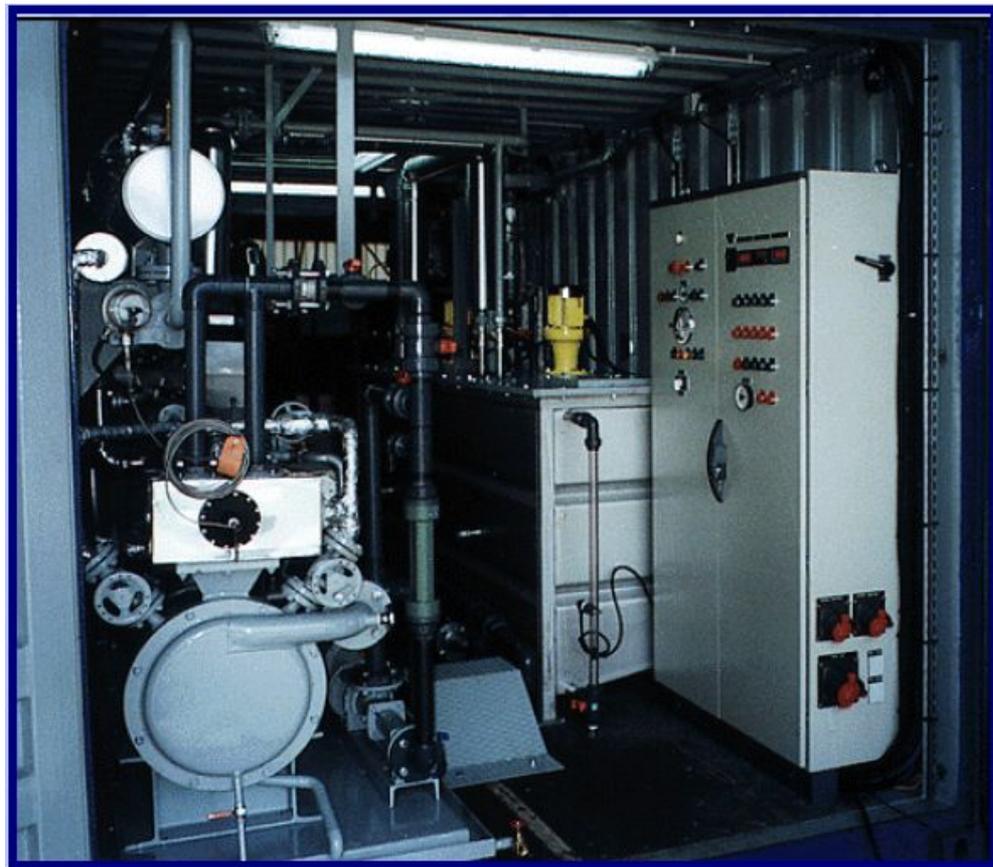
Типы перемешивающих органов в мешалках для приготовления эмульсий: а – лопастные; б – винтовые (пропеллерные); в – турбинные закрытого типа; г – турбинные открытого типа; д – шнековые

Состав установки по производству битумной эмульсии

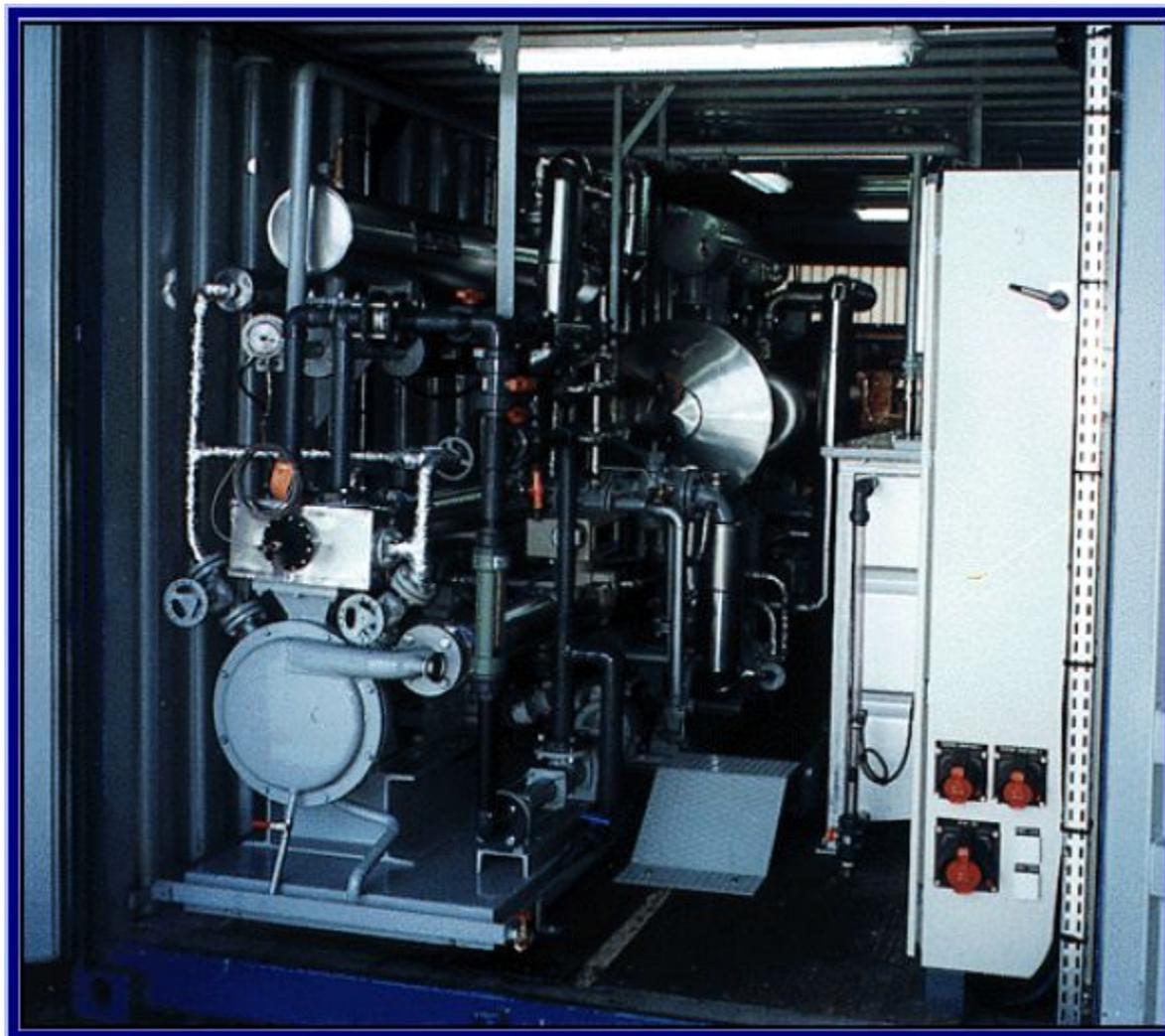


- 1 – моторный блок; 2 – блок приготовления водного раствора; 3 – блок охлаждения эмульсии;
4 – блок нагрева воды; 5 – линия ввода разжижителя и эмульгатора добавок; 6 – линия ввода латекса;
7 – дозаторы; 8 – диспергатор

Оборудование



Оборудование



ХРАНЕНИЕ ЭМУЛЬСИИ

