

Лекция. Водно-дисперсионные лакокрасочные материалы

Д.т.н., профессор Братчун В.И.

Для студентов специальности: ПГС, АДА, ТСК

1. Пленкообразующие системы для водно-дисперсионных лакокрасочных материалов

В качестве пленкообразующих систем в ВД ЛКМ используют два типа дисперсионных систем:

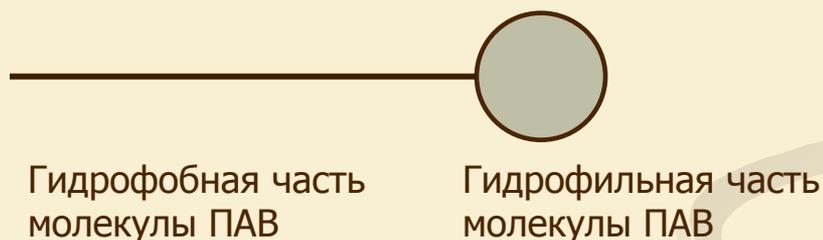
- синтетические латексы, получаемые методом эмульсионной полимеризации;
- искусственные латексы, получаемые эмульгированием в воде ранее синтезированных олигомеров и полимеров.

1.1. Синтетические латексы

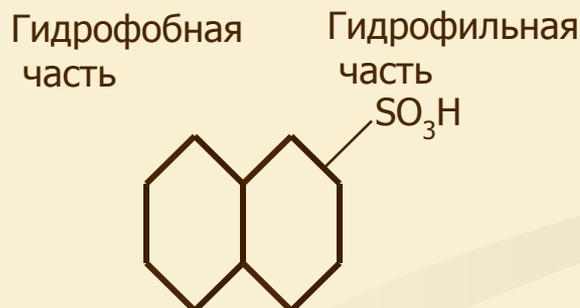
Синтетическими латексами называют водные дисперсии полимеров, получаемые методами эмульсионной полимеризации.

1.1.1. Методы эмульсионной полимеризации

Классическая эмульсионная полимеризация имеет место в случае неполярных мономеров (или смеси мономеров), практически нерастворимых в воде. Кроме мономера, в состав реакционной массы входит поверхностно активное вещество (ПАВ), водорастворимый инициатор полимеризации и вода. В качестве ПАВ используют дифильные молекулы, содержащие гидрофобную и гидрофильную части:



Например, сульфопроизводные нафталина:



Стадии процесса эмульсионной полимеризации
эмульгирование мономера в воде при перемешивании с
образованием капель мономера, стабилизированных за счет
адсорбции молекул ПАВ;

- установление динамического равновесия между молекулами ПАВ, находящимися на поверхности капель и в воде, сопровождающееся образованием мицелл эмульгатора (ПАВ), содержащих гидрофобное ядро, образованное гидрофобными частями молекул ПАВ;
- мицеллярное растворение (солюбилизация) молекул мономера в гидрофобном ядре мицелл;
- взаимодействие радикалов инициатора с молекулами солюбилизированного мономера и образование радикалов мономера, способных к полимеризации;
- полимеризация с образованием латексной полимерной частицы, стабилизированной молекулами ПАВ.

1.1.2. Состав водно-дисперсионных пленкообразующих систем

Как и любая коллоидная система водно-дисперсионные пленкообразователи содержат дисперсную фазу, дисперсионную среду и межфазный слой.

Дисперсная фаза (около 50% по массе) представляет собой сферические частицы пленкообразующих полимеров или олигомеров диаметром 20-5000 нм.

Дисперсионная среда (около 50% по массе) представляет собой воду, содержащую небольшое количество ПАВ.

Межфазный слой (до 5% по массе) имеет различную структуру в зависимости от природы ПАВ, метода эмульсионной полимеризации, природы мономеров. Общим для всех типов межфазных слоев является наличие в его составе молекул ПАВ, полимеров, полярных групп полимеров, обладающих способностью гидратироваться, т.е. связывать определенное количество молекул воды, как это изображено на рис. 3 для одного из наиболее гидратирующихся ПАВ, содержащего этиленоксидную группу. Поэтому часто меж- фазные слои в латексах называют адсорбционно-гидратными.

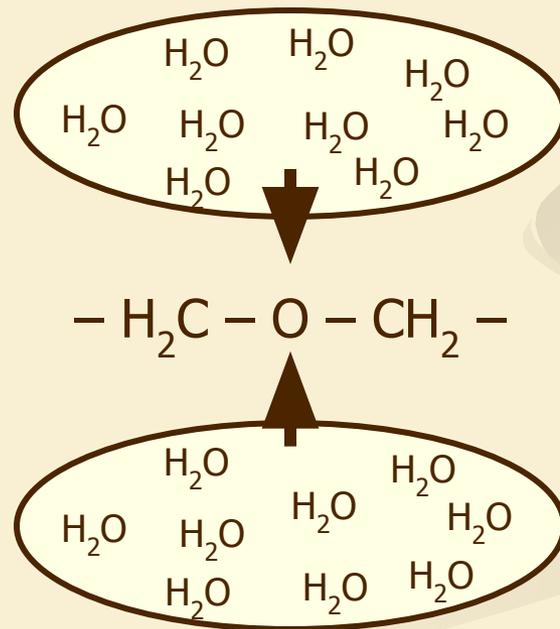


Схема гидратации этиленоксидной группы

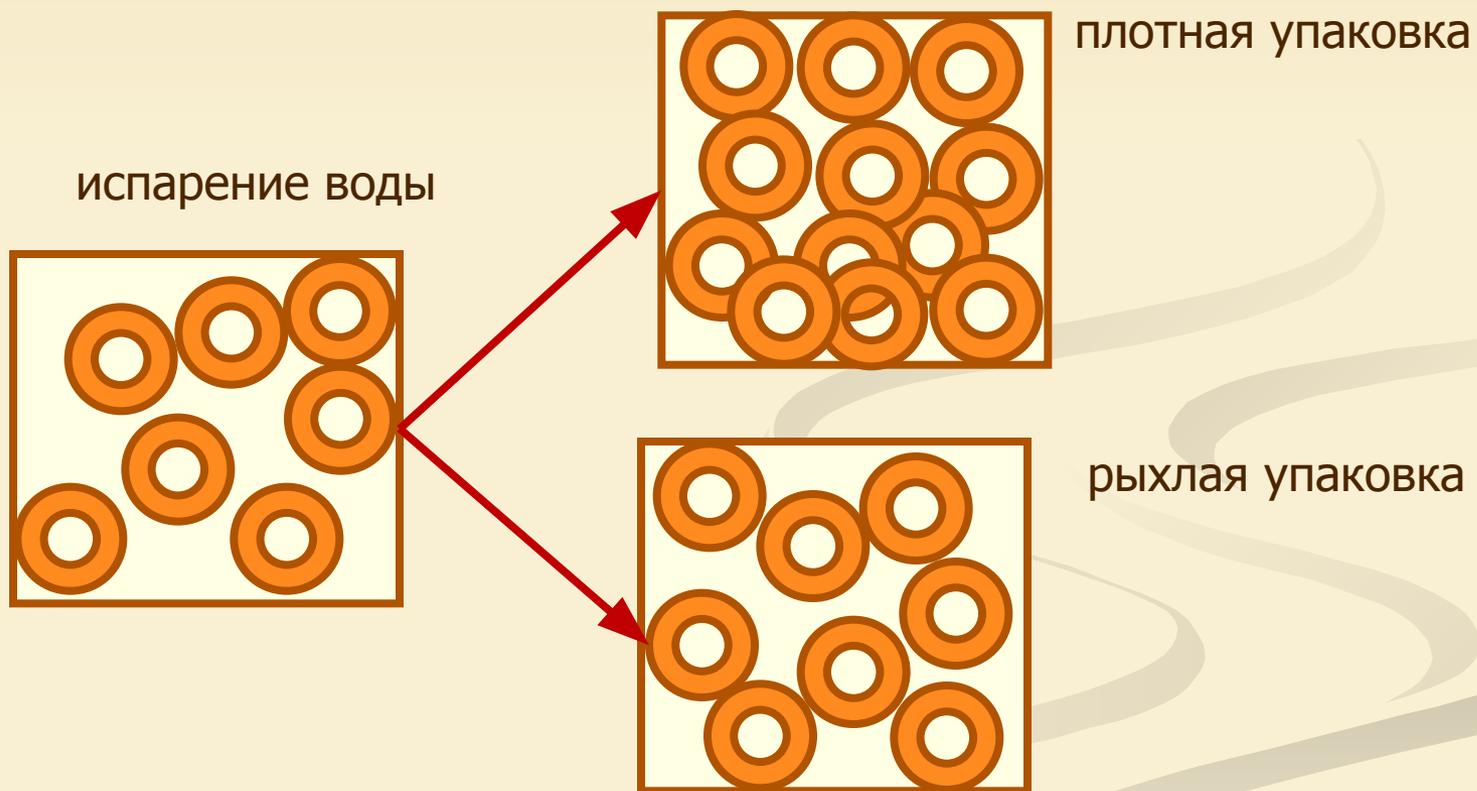
Первый — самый распространенный тип межфазного слоя состоит из молекул ПАВ (эмульгатора), содержащих ионогенные группы SO^{3-} , COO^-), адсорбированные на поверхности частиц и окруженные гидратными оболочками.

Второй тип межфазного слоя состоит из молекул ионогенного эмульгатора и фрагментов полимерных молекул, обогащенных карбоксильными группами, также окруженными гидратными оболочками.

Третий тип межфазного слоя состоит только из полярных групп полимера (или сополимера) и фрагментов полимерных молекул, окруженных гидратными оболочками.

Межфазный слой обеспечивает агрегативную устойчивость системы

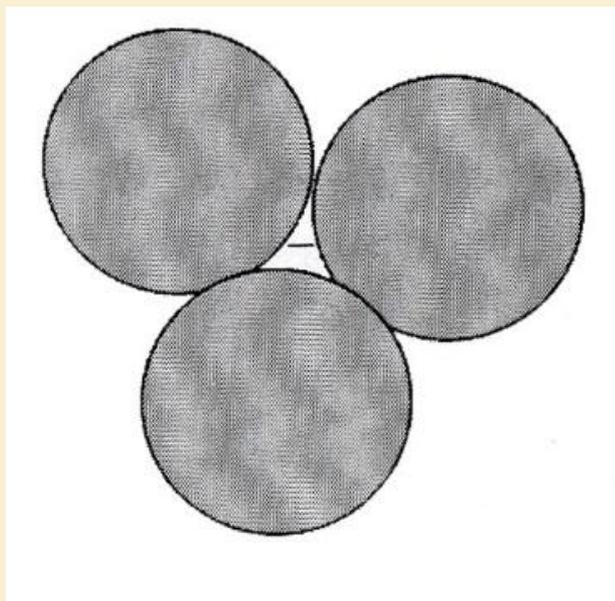
В случае хорошо стабилизированного латекса частицы имеют плотную упаковку, в случае плохо стабилизированного — рыхлую. Во всех случаях промежуточный гель представляет собой структуру с флокуляционными (обратимыми) межчастичными контактами. При добавлении воды такой гель редиспергируется с образованием исходного латекса.



Схематическое изображение первой стадии процесса пленкообразования из латексов

Вторая стадия — образование геля с конденсационными (необратимыми) межчастичными контактами. Процессы, происходящие на этой стадии: дальнейшее испарение воды, обезвоживание и разрушение адсорбционно- гидратных слоев, контактирование поверхностей полимерных частиц, сжатие промежуточного геля (синерезис) за счет самопроизвольного слипания латексных частиц и образования необратимого, нередиспергируемого геля.

вид сверху



в разрезе

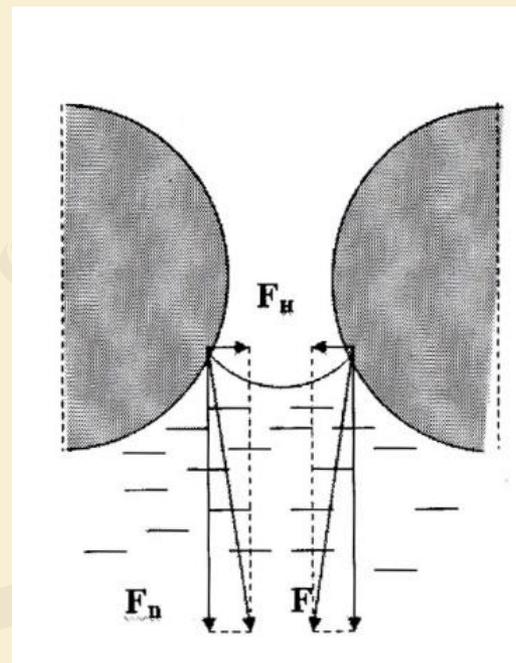
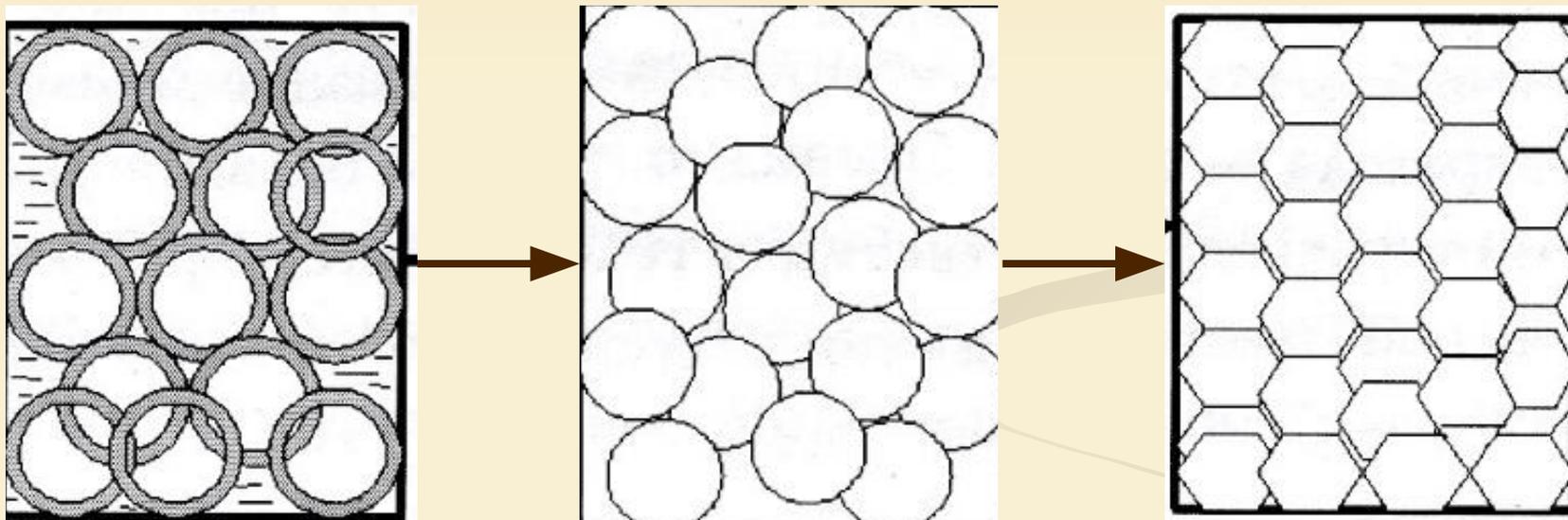


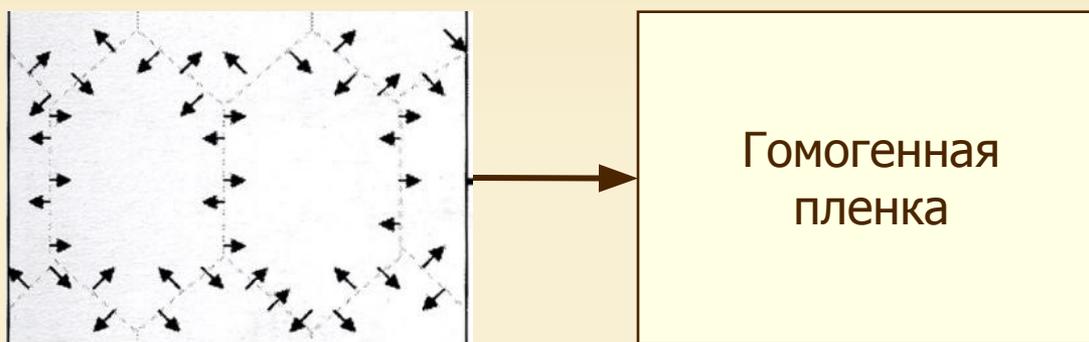
Схема действия капиллярных сил в латексном геле при высушивании

В случае хорошо стабилизированного латекса частицы имеют плотную упаковку, в случае плохо стабилизированного — рыхлую. Во всех случаях промежуточный гель представляет собой структуру с флокуляционными (обратимыми) межчастичными контактами. При добавлении воды такой гель редиспергируется с образованием исходного латекса.

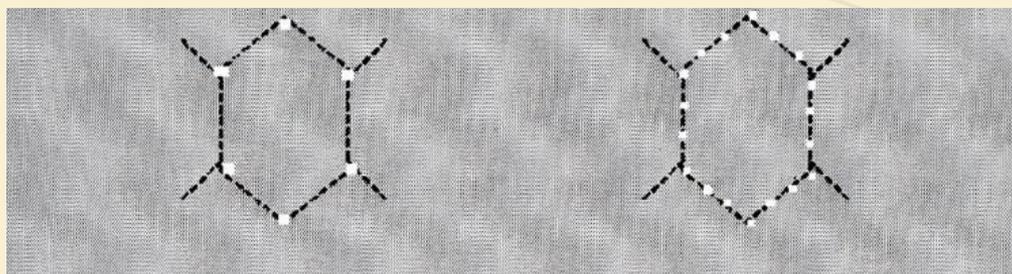


Схематическое изображение второй стадии процесса пленкообразования из латексов

Третья стадия — формирование пленки. Окончательно латексная гомогенная пленка формируется после завершения аутогезионных процессов, заключающихся в перебросе кинетических сегментов макромолекул, находящихся на «бывших» межфазных границах в латексном геле через эту границу.



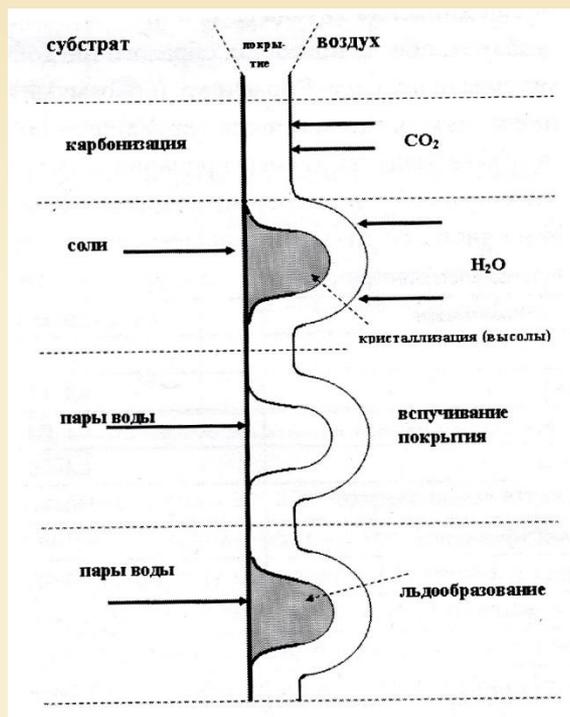
Схематическое изображение третьей стадии процесса пленкообразования из латексов



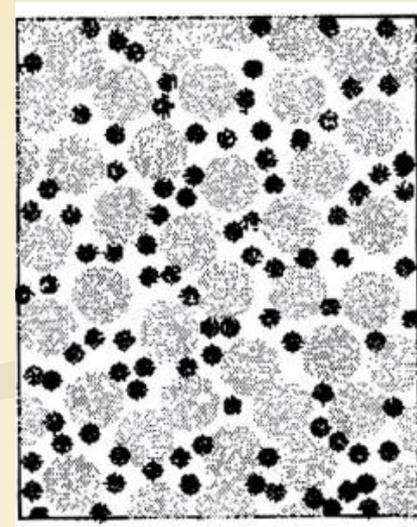
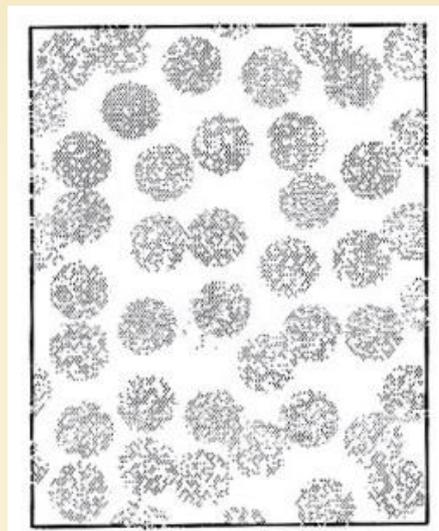
Варианты распределения молекул эмульгатора (белые точки) в латексной пленке по «бывшей» межфазной границе

Соотношение полимерной и минеральной составляющих в различных водно-дисперсионных красках

| Вид покрытий и красок | ОСП, % | Содержание латекса, % |
|--|--------|-----------------------|
| Глянцевые покрытия | 10-15 | 65-70 |
| Полуглянцевые покрытия | 15-30 | 38-65 |
| Шелковисто-матовые покрытия | 30-40 | 33-38 |
| Строительные краски: | | |
| для наружных работ | 40-60 | 21-33 |
| для внутренних работ (стандартный вариант) | 60-80 | 10-21 |
| для внутренних работ (удешевленный вариант) | 80-90 | 5-10 |
| Противокоррозионные грунт-краски | 20-25 | 50-70 |



Процессы протекающие при эксплуатации фасадных покрытий



Повышение ОСП ЛКМ без превышения КОСП при использовании наполнителей с разной дисперсностью

Состав шпатлевок для фасадных покрытий, масс. %

| Компоненты | Пленкообразующая система | | |
|---|-----------------------------------|---------------------------|-------------------|
| | дисперсия сополимера винилацетата | стиролбутадиеновый латекс | акрилатный латекс |
| Летекс | 5,2 | 15,2 | 13,2 |
| Целлюлозный загуститель | 0,4 | 0,6 | 0,8 |
| ПАВ | - | 0,7 | - |
| Акрилатный загуститель | 0,6 | - | - |
| Диспергатор | - | - | 0,8 |
| Пеногаситель | - | - | 0,3 |
| Гидрофобизатор | - | - | 0,6 |
| Антисептик | 0,1 | - | 0,3 |
| Пластификаторы | 1,8 | 0,1 | 2,0 |
| Диоксид титана | - | - | 2,8 |
| Карбонатные наполнители | 59,0 | 71,4 | 65,0 |
| Тальк | - | - | 6,5 |
| Бентонит | 1,9 | - | - |
| Грубодисперсный наполнитель для создания борозд | - | - | 4,5 |
| Вода | 31,0 | 12,0 | 3,2 |

Водоэмульсионные краски: этапы производства

Технология производства водоэмульсионной краски включает в себя 4 основных этапа:

- Соединение водной дисперсии полимера с пигментом и наполнителем;
- Диспергирование пигментной пасты;
- Ввод дополнительных компонентов;
- Фильтрация готовой смеси и фасовка.



В процессе диспергации происходит тонкое измельчение жидких или твердых тел. Этот метод используется для получения аэрозолей, суспензий, порошков и эмульсий.

Эту процедуру проводят в специальных диспергаторах - шаровых и бисерных мельницах. При работе аппарата в вертикальной и горизонтальной рабочей камере происходит измельчение компонентов. Достигается это при помощи вала с дисками, которые разгоняют металлический бисер (до 4 мм в диаметре) или стальные шарики (более 30 мм в диаметре). Чем больше удельный вес и твердость шариков, тем интенсивней происходит диспергирование.

После диспергации полученную пигментную массу помещают в диссоolver с установленной в нем рамной мешалкой. Вращение мешалки не дает липким и густым компонентам оседать на дне и стенках диссоolverа. В ходе этого процесса происходит окончательное доведение состава краски до стандартных качественных характеристик. Как правило, на каждую операцию уходит примерно 20-30 минут, но это время может изменяться в зависимости от технических характеристик диспергатора, диссоolverа, а также от объема и характеристик компонентов смеси.

Завершающим этапом является фильтрация и фасовка готовой краски. При этом весь процесс производства должен осуществляться при температуре не ниже +5°C, чтобы краска не потеряла своих свойств.

Технические характеристики водоэмульсионной краски по ГОСТу

| Показатель | ВД- ВА-224 | ВД- АК-111 | ВД-АК-111р | ВД-КЧ-183 |
|---|---------------|---------------|------------|-----------|
| Время высыхания (20 ± 2) °С, ч | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Массовая доля нелетучих веществ, % | 53 - 59 | 52 - 57 | 47 - 52 | 52 - 57 |
| Морозостойкость краски, количество циклов | 5 | 5 | 5 | 5 |
| рН краски | 6,8 - 8,2 | 8,0 - 9,0 | 7,5 - 9,5 | от 8,0 |
| Степень перетира, мкм | 30 | 60 | 60 | 60 |
| Стойкость к статическому воздействию воды, при температуре (20 ± 2) °С, ч | 12 | 24 | 24 | 24 |
| Укрывистость высушенной пленки, г/м ² | 120 | 100 | 80 | 120 |
| Условная светостойкость, % | - | 5 | 5 | 5 |

Необходимое оборудование для производства водоземulsionной краски

Технологическая линия будет состоять из следующего оборудования:

- диссольвера;
- бисерной мельницы;
- автоматической линии розлива и упаковки готовой продукции

Диссольвер – это специальный агрегат, предназначенный для механического перемешивания всех исходных составляющих. Благодаря быстрому вращению дисперсионного диска с зубцами, обеспечивается высокая эффективность растирания частиц: они сталкиваются, смешиваются, размельчаются и растворяются.



Диссольвер оснащен быстроходной мешалкой фрезерного типа, а скорость вращения можно регулировать. Благодаря этому можно наиболее оптимально организовывать производственный процесс.

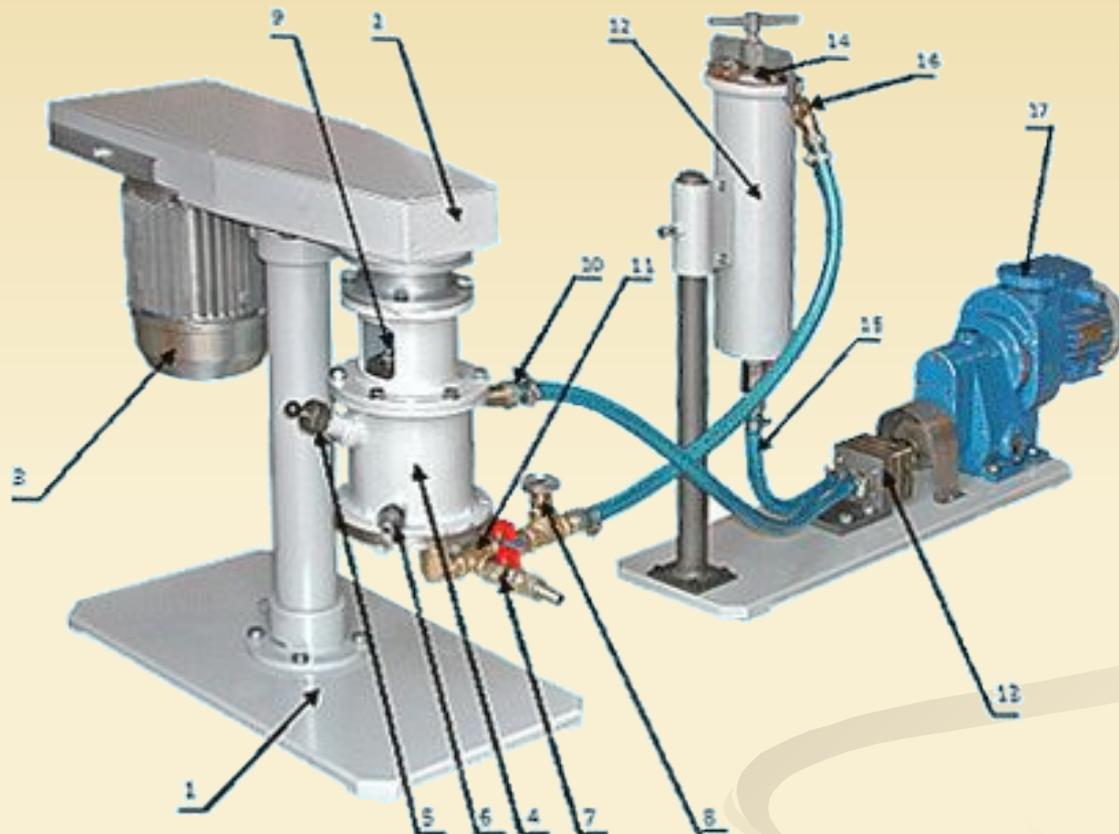
Бисерная мельница.

Мельница бисерная предназначена для диспергирования и гомогенизации лакокрасочных и других материалов на основе искусственных смол, нитро, масляных и комбинированных эмалей, водно-дисперсных красок, типографических, печатных и акварельных красок, красок для покрытия кожи,



копировальных красок для бумаг, графитных дисперсий и др. У бисерной мельницы высокая производительность. Несколько разных видов диссольтверных дисков обеспечивают высокую качественную переработку сырья.

В качестве среды применяется дробь из оксида циркония. С двух сторон входение оси обеспечено европейской механической герметизацией. Корпус мельницы выполнен из прочного металла, который в процессе работы не изнашивается и не ржавеет. Корпус, основная ось, штыри имеют хорошую систему охлаждения, что позволяет контролировать температуру сырья в пределах 45°C (для охлаждения используется вода температурой 10°C). Сито для просеивания изготовлено из высокопрочного материала, зернистость сита можно регулировать в зависимости от диаметра дроби. Оборудование спроектировано таким образом, чтобы избежать забивания дроби в ячейки сита. Среда помола: дробь из оксида.



Согласно рисунку на основании (поз.1) установлена каретка (поз.2) к которой крепится электродвигатель (поз.3) и корпус мельницы с приводом(поз.4). Электродвигатель через клиноременную передачу передает вращение на вал (поз.1, рис.2), вращающийся в опорах привода (поз.2, рис.2).

На свободную нижнюю часть вала закрепляется лопасть в виде трех дисков, расположенных один над другим (поз.3, рис.2). Эта часть вала входит в контейнер (сосуд)(поз.4, рис.1 и 2). Контейнер имеет двойные стенки, в промежутке которых циркулирует вода через входной штуцер(поз.6, рис.1 и 2) и выходной (поз.5, рис.2). Для обеспечения герметичности рабочей емкости вал привода уплотняется мягким сальником (поз.7, рис.2; поз.9, рис.1). В нижней части сосуда (поз.4, рис.1 и 2) монтируется щелевое приспособление с размером щели 0,2 мм для отделения мелющих тел от перерабатываемой дисперсии (поз.8, рис.2).

Мелющие тела узких фракций размером от 0,3 до 2,5 мм, например, 0,3-0,5мм, 0,8-1,2мм, 1,6-2,5мм. засыпают через штуцер (поз.5, рис.1 и поз.9, рис.2). В качестве мелющих тел могут быть использованы шарики из стекла, окиси алюминия, окиси циркония или шарики из других материалов. Мелющие тела извлекаются из сосуда путем снятия днища сосуда (поз.10, рис.2) и извлечения щелевого устройства (поз.8, рис.2).

Для измерения температуры пасты на выходе из контейнера имеется указатель температуры (поз.8, рис.1).

Рабочий процесс помола осуществляется в контейнере (поз.4, рис.1 и 2). Исходный продукт из емкости(поз.12, рис.1), соединенной шлангом (поз.15, рис.1) с насосом (поз.13, рис.1) подается последним через штуцер (поз.10, рис.2) в контейнер мельницы.(поз.4, рис1).

Вращением вала рабочая смесь приводится в движение. При движении измельчающие тела сталкиваются с частицами обрабатываемого вещества и между собой. В результате столкновений частицы обрабатываемого вещества разрушаются. Жидкая фаза и частицы продиспергированного вещества через щелевое устройство (поз.8, рис.2) и штуцер (поз.11, рис.1 и 2), соединенный шлангом со штуцером (поз.16, рис.1) подаются в промежуточный сосуд (поз.12, рис.1). Производительность подачи (циркуляции) обрабатываемой дисперсии насосом регулируется мотор вариатором (поз.17, рис.1). Отбор пробы для определения качества диспергирования осуществляют через кран со штуцером (поз.7, рис.1) либо из промежуточного сосуда, сняв крышку (поз.14, рис.1). (поз.8, рис.1).

Автоматическая линия розлива и упаковки.

Данная линия состоит из следующих основных узлов и механизмов: конвейерная лента из цилиндрических вальцов, выполненных из нержавеющей стали, система подачи и ориентации емкостей, подача, ориентация и укупорка крышек, складирование. Управление осуществляется пневматической и электронной системой управления.



Использование подобного полностью автоматического оборудования, значительно повышает производительность завода, стабильность и качество конечного продукта. В то же самое время значительно снижается себестоимость и потери при производстве.