



АППАРАТЫ ВИХРЕВОГО СЛОЯ –

ПУТЬ К ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЮ
В ПРОИЗВОДСТВЕ
ЛАКОКРАСОЧНЫХ
МАТЕРИАЛОВ

М.А. КАРТ, В.А. ВОЙТОВИЧ, Е.А. ЗАХАРЫЧЕВ, С.Г. ТАРАСОВ,
НИИ химии Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского

НА ОСНОВАНИИ ЛИТЕРАТУРНЫХ И ПАТЕНТНЫХ ДАННЫХ, А ТАКЖЕ СОБСТВЕННОГО ОПЫТА АВТОРАМИ УСТАНОВЛЕНО, ЧТО АППАРАТЫ ВИХРЕВОГО СЛОЯ ПРЕВОСХОДЯТ БИСЕРНЫЕ МЕЛЬНИЦЫ (ИМПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ) ПО СКОРОСТИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИХ КАЧЕСТВУ, СВОЙСТВАМ ПОКРЫТИЙ, ФОРМИРУЮЩИХСЯ ИЗ НИХ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТАКИХ АППАРАТОВ, ЯВЛЯЮЩИХСЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИЕЙ, ПОЗВОЛИТ ЗАМЕНИТЬ НЕКОТОРЫЕ ВИДЫ ИМПОРТНОГО СЫРЬЯ.

Ключевые слова: аппараты вихревого слоя, бисерные мельницы, производство лакокрасочных материалов, повышенное качество, импортозамещение.

В настоящее время почти в каждом килограмме лакокрасочных материалов (ЛКМ), производимых на отечественных заводах, есть хотя бы несколько граммов импортных компонентов.

К этому добавим, что и основной вид оборудования, которое используется на этих заводах, – бисерные мельницы (БМ), тоже

И здесь обратим внимание на такую особенность БМ как то, что измельчение частиц ПГ и НП бисером происходит лишь за счет истирания – наименее эффективного способа диспергирования. Поэтому измельчение в БМ происходит в течение длительного времени, а чтобы привести в движение ее вращающиеся детали вместе с загруженным бисером

тока (в наших АВС – 50 раз в секунду, причем при необходимости частота может быть повышена). Так что в тех зонах трубы, где возникают электромагнитные поля, в буквальном смысле создается вихревой слой, из-за чего рассматриваемые аппараты и получили свое название.

В этом слое реализуются все возможные виды воздействия на измельчаемый материал:



ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ КРАСОК НЕОБХОДИМ ЧЕРНЫЙ ПИГМЕНТ С РАЗМЕРОМ ЧАСТИЦ ОКОЛО 1 МКМ. ЧТОБЫ ДОСТИЧЬ ТАКОГО РЕЗУЛЬТАТА В БМ, НЕОБХОДИМО 40 МИНУТ. В АВС ТАКОЙ РЕЗУЛЬТАТ БЫЛ ДОСТИГНУТ ЗА 20 МИНУТ.

преимущественно импортные. А мелющие тела в них – бисер – полностью импортный. Его приходится периодически заменять по мере износа.

Таким образом, проблема импортозамещения встала и перед лакокрасочной отраслью.

На основании литературных данных, а также собственного опыта авторы пришли к выводу, что эффективной мерой частичного освобождения от импортозависимости может стать замена БМ на аппараты вихревого слоя (АВС).

БМ – разновидность мельниц, предназначенных для измельчения твердых тел в жидкой среде путем их перетирания шариками – бисером. Применяют их в разных сферах народного хозяйства. В России основной областью их использования является изготовление ЛКМ: для диспергирования в пленкообразователях пигментов (ПГ) и наполнителей (НП).

БМ представляет собой цилиндрический сосуд с мешалкой или перемешивающим ротором, которые способны обеспечить различные режимы перемешивания и циркуляции бисера, которым заполнено 70–80% объема цилиндра.

Бисер представляет собой шарики диаметром не более 5 мм. Изготавливают их из специального стекла или силикатов циркония, или оксида циркония, или карбида вольфрама, или карбида кремния, или оксида алюминия, или фарфора, или нержавеющей стали.

и компонентами ЛКМ, необходима большая мощность электродвигателя.

Вращающиеся детали изнашиваются, поэтому требуют постоянного контроля, ухода, ремонта, в конце концов замены.

АВС – это труба диаметром 5–15 см, изготовленная из нержавеющей стали и помещенная вместо ротора в статор асинхронного электродвигателя. В эту трубу загружаются определенное количество мелющих тел, представляющих собой частицы из ферромагнитных металлов. В простейшем случае это могут быть гвозди, куски проволоки.

Авторы в АВС собственной конструкции используют в качестве мелющих тел цилиндрики для роликовых подшипников диаметром около 2 мм и длиной около 30 мм.

Исходная смесь компонентов, предназначенная для получения ЛКМ, засасывается в трубу через ее торец, на котором есть патрубок, с помощью насоса.

У другого торца тоже имеется патрубок, через который выходит готовый ЛКМ.

В трубе на исходную смесь компонентов воздействуют электромагнитное поле, создаваемое обмотками статора, и интенсивно двигающиеся ферромагнитные тела, движение которых хаотичное, причем направление движения они меняют с частотой, равной частоте

удар, истирание, кавитация, даже происходит электролиз, если в системе есть вода.

Вследствие всей этой совокупности воздействий и очень высокой скорости их проявления, время, необходимое для достижения заданного результата – размера частиц ПГ и НП, может уменьшаться по сравнению с БМ во много, нередко в десятки раз.

Следует также отметить, что мощность электродвигателя, который приводит в движение мешалки или ротор в БМ, намного больше мощности того электродвигателя, обмотки статора которого возбуждают электромагнитное поле в АВС. Это обстоятельство, а также значительно меньшее время, необходимое для измельчения, приводит в случае использования АВС вместо БМ к заметной экономии электроэнергии.

Еще одна проблема, с которой сталкиваются при эксплуатации БМ, – истирание бисера, что приводит к снижению эффективности его воздействия на диспергирование. Шарик может раскалываться, а образующиеся при этом осколки – загрязнять ЛКМ.

Предусмотреть срок жизни бисера с целью его своевременной замены затруднительно, поскольку его свойства, даже одного и того же производителя, могут меняться от партии к партии.

Проблема эта так значима, что российская компания «Прохим» даже начала

разрабатывать способы входного контроля бисера [1].

Мелющие тела в АВС раскалываются не могут принципиально, а их истирание, во-первых, незначительно, во-вторых, если ферромагнитная мелочь и образуется, то она задерживается магнитной ловушкой, которая устанавливается на выходе из трубы. Поэтому ЛКМ не загрязняется.

Если в БМ предстоит изготавливать ЛКМ другого цвета, приходится тратить много времени и моющих жидкостей для отмывания и цилиндра, и бисера. Образуются стоки. Проблема эта тоже значима, причем настолько, что на некоторых заводах для получения ЛКМ каждого цвета устанавливают свою БМ, что приводит к дополнительным капитальным затратам, снижает коэффициент использования оборудования, требует дополнительных производственных площадей.

АВС отмываются значительно быстрее и с меньшим расходом моющих средств.

Следует также отметить, что БМ — довольно шумное устройство, тогда как АВС шума почти не производит.

Несмотря на отмеченные преимущества АВС перед БМ, удивляет почти полное отсутствие публикаций по использованию АВС в производстве ЛКМ, что и побудило авторов, уже давно производящих эти аппараты и эффективно использующих их для многих целей (получение всевозможных порошков, водотопливных эмульсий, придание активности залежалому портландцементу, очистке сточных вод), заняться изучением эффективности использования АВС в этой отрасли народного хозяйства.

Получены весьма впечатляющие результаты.

Как известно, для получения ЛКМ, способных образовывать высокотермостойкие покрытия, используют молотую слюду (мусковит), микро-низкую, сухого помола, с размером частиц 20–40 мкм. В настоящее время в России такая слюда поступает в основном из-за границы, несмотря на то что в нашей стране находятся крупные месторождения этого минерала. Не-спроста же название слюды — мусковит.

Но лишь одно отечественное предприятие, ООО «Слюда» (с. Филинское, Вацкий р-н Ни-



жегородской обл.), производит такой порошок, причем помол осуществляется в шаровых мельницах, в которых он длится около 2 часов. Проведенный авторами в порядке эксперимента помол в АВС позволил сократить время с 2 часов до 20 минут.

Большое значение в настоящее время приобрели органосиликатные ЛКМ, поскольку

покрытия, образующиеся из них, проявляют высокую адгезию к различным субстратам, стойкость к различным агрессивным жидким и газообразным средам, высокой температуре, способность предотвращать прилипание льда. Однако чтобы получить органосиликатный ЛКМ, необходимо исходную композицию компонентов обрабатывать в БМ не менее 6 часов.



**ПЕРСПЕКТИВНЕЙШИМ НАПРАВЛЕНИЕМ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВС В ЛАКОКРАСОЧНОЙ
ИНДУСТРИИ МОЖЕТ СТАТЬ СИНТЕЗ
НЕПОСРЕДСТВЕННО В ЭТИХ АППАРАТАХ
ПОЛУПРОДУКТОВ, КОТОРЫЕ МОГУТ БЫТЬ
ПРИМЕНИМЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОБСТВЕННЫХ
ПЛЕНКООБРАЗОВАТЕЛЕЙ.**



КАК ИЗВЕСТНО, ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛКМ, СПОСОБНЫХ ОБРАЗОВЫВАТЬ ВЫСОКОТЕРМОСТОЙКИЕ ПОКРЫТИЯ, ИСПОЛЬЗУЮТ МОЛОТУЮ СЛЮДУ (МУСКОВИТ), МИКРОНИЗИРОВАННУЮ, СУХОГО ПОМОЛА, С РАЗМЕРОМ ЧАСТИЦ 20–40 МКМ. В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ В РОССИИ ТАКАЯ СЛЮДА В ОСНОВНОМ ИМПОРТНАЯ, НЕСМОТРИ НА ТО ЧТО В НАШЕЙ СТРАНЕ НАХОДЯТСЯ КРУПНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЭТОГО МИНЕРАЛА.

Авторы получили один из представителей органосиликатных материалов всего за 1 час. Реализация изготовления таких материалов с использованием АВС позволит увеличить объемы их производства, а они необходимы буквально всем отраслям народного хозяйства, поскольку покрытия из них наряду с вышеотмеченными свойствами обладают еще стойкостью к радиации, огню (рекомендованы ВНИИ пожарной обороны МЧС России для окрашивания стен, которые необходимо защитить от возгорания).

Для получения печатных красок необходим черный пигмент с размером частиц около 1 мкм. Чтобы достичь такого результата в БМ, необходимо 40 минут. В АВС такой результат был достигнут за 20 минут.

При получении водно-дисперсионных красок используют водные суспензии каолина, так как их введение позволяет снизить расход дорогого ПГ – диоксида титана.

Качество суспензий каолина принято оценивать скоростью оседания частиц. Установлено, что из суспензий, полученных в шаровых мельницах, частицы каолина полностью выпадают за 4 часа, а из суспензий, полученных в АВС, через сутки выпадает всего 5% частиц.

Для получения водно-дисперсионных красок используют и водные суспензии сажи. Установлено, что 15-процентная суспензия из сажи марки ДГ-100, полученная в шаровой мельнице диспергированием в течение 8 часов (при этом размер частиц равен 8–10 мкм) за сутки расслаивалась полностью. Дисперсия такой же сажи образовывалась в АВС за 1 минуту, при этом размер частиц составляет 1–3 мкм. Расслоения в течение суток не наблюдалось.

Перспективнейшим направлением использования АВС в лакокрасочной индустрии может стать синтез непосредственно в этих аппаратах полупродуктов, которые могут

быть применимы для получения собственных пленкообразователей.

Одним из примеров такого использования может быть синтез эпоксидных олигомеров путем конденсации эпихлоргидрина с дифенилолпропаном.

В настоящее время этот синтез проводят в аппаратах с якорной мешалкой. Процесс в них продолжается около 8 часов. В АВС он завершается всего за 2 минуты [2]!

Другой пример. Синтез пигментов, в частности свинцового крона, необходимого для получения противокоррозионных ЛКМ и γ -окиси железа (пигмента, необходимого для получения магнитных лаков). Установлено, что в АВС скорость синтеза выше, а размер частиц пигментов меньше.

Еще один пример. Восстановление железом или его сплавами ароматических нитросоединений до первичных аминов, используемых в качестве отвердителей эпоксидных олигомеров в синтезе красителей.

Эта реакция, открытая Н.Н. Зининым еще в XIX веке, до сих пор востребована. Ее проводят в аппаратах с мощными пропеллерными мешалками, способными перемешивать тяжелые массы металлической стружки. Продолжительность восстановления составляет 10–12 часов. Количество загружаемой в аппарат стружки должно значительно превышать стехиометрическое, так как в процессе восстановления стружка покрывается слоем оксидов, и активность ее как восстановителя резко снижается.

Была выдвинута гипотеза: в АВС будут создаваться условия для непрерывного удаления образующихся оксидов с поверхности металлических частиц, вследствие чего они станут использоваться более глубоко.

Для проверки этой гипотезы проведено восстановление в АВС 3,5-динитробензойной

кислоты чугунной стружкой. Установлено, что скорость восстановления в АВС в несколько раз выше, а расход стружки почти в 2 раза ниже [3].

Итак, использование для получения ЛКМ аппаратов вихревого слоя вместо бисерных мельниц позволит:

- 1) увеличить во много раз скорость процесса изготовления;
- 2) снизить расход электроэнергии;
- 3) уменьшить объем сточных вод, образующихся при отмывании БМ и АВС при необходимости перехода на изготовление ЛКМ другого цвета;
- 4) снизить уровень шума в помещении, где функционируют БМ или АВС;
- 5) уменьшить площадь производственного участка;
- 6) минимизировать вероятность микробиологического заражения водно-дисперсионных красок при их изготовлении;
- 7) провести замещение импортного оборудования и ряда компонентов ЛКМ на отечественные. ■



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Казаков И.П., Крылова М.В. Кристаллическая структура и механические свойства бисера на основе диоксида циркония // Лакокрасочная промышленность. – 2014. – № 1–2. – С. 34.
2. Патент Японии № 20817/63. – 1963.
3. Логвиненко Д.Д., Мороз В.С. Восстановление нитросоединений в условиях перемешивания в вихревом слое ферромагнитных частиц // Теория и практика перемешивания в жидких средах. – М.: НИИТЭХИМ, 1973.