

УДК 661.7

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТНО – АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНЫХ АКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ

Рубан О. В., Попов Е. В., Комач Л. Д.

SYSTEM ANALYSIS OF SURFACTANT TECHNOLOGY BASED ON ACRYLIC ACID DERIVATIVES

Ruban O. V., Popov E. V., Komach L. D.

В статье на основании системного анализа производства поверхностно – активных веществ на основе производных акриловой кислоты исследованы и обоснованы эколого-экономические аспекты технологии, определены их химические и технологические свойства, а также эколого – экономические и потребительские преимущества применения в отделочном производстве текстильной промышленности и для модификации поверхности в лакокрасочной промышленности.

Ключевые слова: акриловая кислота, водные дисперсии, поверхностно-активные вещества (ПАВ), сополимеры.

1. Введение. В последнее время все больше внимания уделяется защите окружающей среды, что отражает общее беспокойство по поводу ее глобального загрязнения. Серьезными источниками загрязнений природы и вредного воздействия на человека являются отделочные производства текстильной промышленности [1] и производства химической промышленности. Большое количество новых химических синтетических препаратов и материалов, включая текстильно-вспомогательные вещества для текстильной промышленности и поверхностно-активные добавки для лакокрасочной промышленности, используется для производства товаров широкого потребления, при этом разработка и внедрение экологически чистых технологий практически не осуществляется. Из общего количества органических химических продуктов, которые сейчас применяются и часть которых бесконтрольно попадает в окружающую среду, значительная доля приходится на химико-текстильные технологии и технологии лакокрасочных материалов.

Целью работы является проведение системного анализа технологии ПАВ на основе производных акриловой кислоты.

2. Материалы и результаты исследования. Удешевление технологий, изменение состава материальной среды, содержания в ней вредных химических веществ приводят не только к

изменению качества получаемого товара, но и вызывает серьезные токсикологические последствия для человека [2].

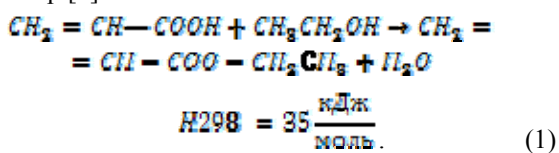
В связи с этим в лакокрасочной промышленности все большее значение приобретают водно - дисперсионные лакокрасочные материалы (ВД - ЛКМ), производство и применение которых не связано с использованием токсичных и пожароопасных органических веществ. К их основным преимуществам относятся низкая токсичность, быстрое высыхание и возможность окрашивать влажные поверхности. Применение таких материалов позволяет исключить использование токсичных и пожароопасных растворителей, которые при отверждении ЛКМ безвозвратно испаряются в атмосферу. Кроме того, при работе с этими материалами снижаются требования к охране труда, пожаро- и взрывоопасность окрасочных работ, не требуется применение оборудования для производства и нанесения во взрывозащищенном исполнении. Таким образом, использование препаратов ВД-ЛКМ приводит к экономии на себестоимости безвозвратно теряемых растворителей, вентиляции и мероприятиях по технике безопасности, позволяет сделать процесс окрашивания безвредным и пожаробезопасным [3].

В последнее время препараты ВД-ЛКМ широко применяют в строительстве для наружной и внутренней отделки. Атмосферная среда городов становится все более агрессивной, влияние кислотных оксидов и других агрессивных веществ приводит к физической и химической коррозии поверхностей наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений и, следовательно, защитно - декоративных покрытий, нанесенных на эти поверхности. Негативное влияние оказывает также накопление поверхностями покрытий загрязнений пылью, которая содержит агрессивные вещества. В связи с этим снижается ремонтпригодность

защитно-декоративных покрытий наружных ограждающих конструкций зданий в 1,5-1,7 раз [4]. Для уменьшения затрат на текущие и капитальные ремонты покрытий требуется применение качественных и долговечных покрытий [5], таких как водно-дисперсионные акриловые лакокрасочные материалы, которые образуют необходимые покрытия и применяются для вторичной защиты поверхностей ограждающих конструкций зданий и сооружений. Качество покрытий повышается при применении поверхностно – активных веществ в качестве модифицирующих добавок, которые при одинаковых условиях могут оказывать положительное влияние на эксплуатационные и физико-механические свойства покрытий [3, 6].

При формировании покрытия и в процессе его эксплуатации первоначально установившиеся связи могут сохраняться, разрушаться или дополняться новыми связями, что изменяет прочность и срок службы защитно-декоративных материалов, а применение добавок, способствующих изменению свойств покрытий, значительно улучшает эти характеристики. Препараты ЛКМ при добавлении ПАВ будут решать задачи не только декоративной отделки зданий и сооружений, но и защищать постройки от действия влаги, солнечного света, механических или химических повреждений. Таким образом, с применением ПАВ производятся продукты, обладающие уникальными свойствами: атмосферостойкостью, стойкостью к действию кислот и щелочей, водостойкостью и т.д., что дает возможность уменьшить затраты на текущие и капитальные ремонты покрытий.

Наиболее перспективны в этом отношении поверхностно-активные вещества на основе акриловых сополимеров (производных акрилатов). Акрилаты - это эфиры акриловой кислоты, они способны сополимеризоваться фактически с большинством применяемых мономеров, что делает возможным их применение в качестве сополимерных добавок. Одним из основных методов получения эфиров акриловой кислоты является прямая этерификация кислоты спиртами, например [7]:



Акрилаты обладают высокой атмосферостойкостью, стойкостью к действию УФ - излучения, водостойкостью и устойчивостью к пожелтению покрытий на их основе, возможностью легко получать сополимеры с заданной жесткостью, гибкостью и твердостью. Высокий блеск покрытий и его устойчивость при длительном атмосферном воздействии в сочетании со стойкостью покрытий к действию щелочей, кислот и воды делает этот класс сополимеров незаменимым в рецептурах препаратов ЛКМ для наружного применения [3].

Сополимеризация акриловых мономеров позволяет получать полимеры, сочетающие традиционные свойства акрилатов (прозрачность, бесцветность и атмосферостойкость, нетоксичность и эластичность) с чисто специфическими (высокая адгезия к различным субстратам, регулируемая водорастворимость, высокая загущающая способность водных и органических сред и др.). Благодаря этому акриловые сополимеры используют практически все отрасли народного хозяйства: нефтяная и металлургическая, бумажная и легкая промышленность, машиностроение, медицина, электронная промышленность, сельское хозяйство и т.д. Круг их применения с каждым годом расширяется за счет выявления новых полезных свойств. Помимо желаемых качеств, у каждого полимера обычно имеются недостатки.

Поэтому применяется технология сополимеризации для совмещения достоинств одного вида полимеров с другим – при этом, компенсируя их недостатки для того, чтобы создать класс более эффективных полимеров.

Новый класс поверхностно-активных добавок представляют собой силикон-модифицированные полиакрилаты. Они состоят из полиакриловой цепочки и прочно связанных с нею силоксановых боковых заместителей.

Силоксановые полимеры обладают комплексом ценных свойств: высокой свето-, тепло- и морозостойкостью, малой зависимостью вязкости их растворов от концентрации и низким поверхностным натяжением (что обеспечивает глубинную пропитку частично разрушенных материалов), стойкостью к окислению и радиационному воздействию, специфическими адгезионными свойствами, способностью гидрофобизировать гидрофильные поверхности.

Силикон-модифицированные полиакрилаты синтезируют, используя метод радикальной сополимеризации обычных мономеров (к примеру, акрилатов или метакрилатов) с силикон-макромономерами.

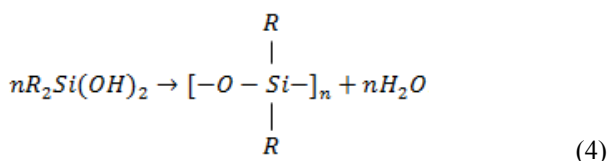
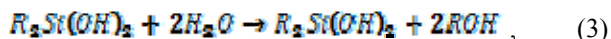
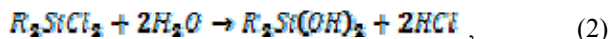
Силикон - макромеры – это крупные мономеры, которые в основном состоят из одной длинной цепочки полидиметилсилоксана. На конце цепочки находится единственная реакционноспособная группа, которая может состоять, например, из одной функциональной акрилатной, метакрилатной или виниловой группы, с помощью которой при полимеризации можно встроить силикон-макромер в полиакриловую цепочку.

Силикон-макромеры получают, используя реакцию гидросилирования гидридсилоксана и винилсилоксана. При гидросилировании преобладает гомолитический разрыв связи Si—H.

Гидросилирование силоксанов, также как и большинства непредельных соединений, происходит с образованием продуктов α- и β-присоединения, то есть протекает по правилу (первый случай) или против правила Марковникова (правило Фармера,

второй вариант) [8]. Процесс проводят при перемешивании при температуре в интервале 100 - 150°C в течение 2-5 часов с использованием металлосодержащего катализатора. Последующее выделение целевого продукта осуществляется вакуумной перегонкой.

Еще один способ получения полиорганосилоксанов – гидролитическая поликонденсация [9]:



Завершающей стадией получения силикон-модифицированных полиакрилатов является реакция сополимеризации продукта, полученного с помощью реакции гидросилирования, и акрилата (акриловой кислоты) в присутствии инициатора трет-бутилгидропероксида.

ПАВ на основе силикон-модифицированных полиакрилатов с высоким содержанием силикона могут придавать поверхностному слою покрытия свойства антиграффити, а с более низким – применимы в автомобильных и строительных ЛКМ. Они заметно снижают поверхностное натяжение препаратов ЛКМ, улучшают смачивание и препятствуют образованию кратеров в покрытии, не оказывая при этом отрицательного воздействия на способность к перекрашиванию покрытия. Таким образом, при использовании ПАВ на основе силикон-модифицированных полиакрилатов в строительных препаратах ЛКМ можно получить покрытия с оптимальной стойкостью к слипанию и способностью к перекрашиванию, что является важными потребительскими характеристиками препаратов, используемых в технологии строительства и отделки.

3. Выводы. Технология получения ПАВ на основе сополимеров производных акрилатов - двухстадийный процесс эмульсионной свободно - радикальной полимеризации акрилатов в водной среде. Полученные ПАВ - экологически «мягкие», разлагаются после использования, могут заменить применяемые синтетические ПАВ, которые не имеют свойства разложения и тем самым в значительной степени накапливаются в почве, чем наносят непоправимый эколого - экономический ущерб. Потребительские свойства ПАВ, полученных на основе производных акриловой кислоты (доступность, оптимальная стоимость, низкая токсичность), определяют практический интерес и перспективу их использования в лакокрасочной промышленности в качестве модификаторов поверхности. Проведенные исследования и испытания показали пригодность и перспективность

использования данных ПАВ в качестве модификаторов поверхности, антикратерных добавок. Их использование способствует понижению поверхностного натяжения, улучшению смачивания и адгезионных свойств поверхности. При работе с этими препаратами снижаются требования к охране труда, пожаро- и взрывоопасность отделочных работ и повышаются эколого - экономические показатели производства.

Л и т е р а т у р а

1. Фелленберг Г. Загрязнение окружающей среды. Введение в экологическую химию / Фелленберг Г. ; [пер. с нем. Г. Фелленберг]. – М.: Мир, 1997. – 232 с.
2. Экологическая химия: пер. с нем. / [Корте Ф., Бахадир М., Клайн В. и др.] ; под ред. Ф. Корте. – М.: Мир, 1997. – 396 с.
3. Казакова Е. Е. Водно-дисперсионные акриловые лакокрасочные материалы строительного назначения / Е. Е. Казакова, О. Н. Скороходова. – М.: ООО «Пэйнт-Медиа», 2003. – 136 с.
4. Логанина В. И. Стойкость защитно-декоративных покрытий наружных стен зданий / В. И. Логанина, Л. П. Орендлихер. – М.: АСВ, 2000. – 106 с.
5. Максимов С. В. Материалы для конструирования защитных покрытий / Максимов С. В., Комохов П. Г., Зверев В. Б. ; под ред. С. В. Максимова. – М.: АСВ, 2000. – 180 с.
6. Елисеева В. И. Полимерные дисперсии / В. И. Елисеева. – М.: Химия, 1980. – 296 с.
7. Платэ Н. А. Основы химии и технологии мономеров: учеб. пособие / Н. А. Платэ, Е. В. Сливинский. – М.: Наука: МАИК “Наука / Интерпериодика”, 2002. – 696 с.
8. Де Векки Д. А. Каталитическое гидросилирование в силоксановых системах: [обзор] / Д. А. де Векки, Н. К. Скворцов // ЖОХ. – 2009. – № 4 – С. 10-27.
9. Трофимов В. А. Химия высокомолекулярных соединений: учеб.-метод. пособие [для студентов хим.-биол. фак.] / В. А. Трофимов ; Нижнетагильская гос. соц.-пед. акад. – Нижний Тагил, 2008. – 140 с.

R e f e r e n c e s

1. Fellenberg G. Zagrjaznenie okružhajushhej sredy. Vvedenie v jekologičeskiju himiju / Fellenberg G. ; [per. s nem. G. Fellenberg]. – M.: Mir, 1997. – 232 s.
2. Jekologičeskaja himija ; per. s nem. / [Korte F., Bahadir M., Klajn V. i dr.] ; pod red. F. Korte. – M.: Mir, 1997. – 396 s.
3. Kazakova E. E. Vodno-dispersionnye akrilovye lakokrasochnye materialy stroitel'nogo naznachenija / E. E. Kazakova, O. N. Skorohodova. – M.: ООО «Pjeint-Media», 2003. – 136 s.
4. Loganina V. I. Stojkost' zashhitno-dekorativnyh pokrytij naruzhnyh sten zdanij / V. I. Loganina, L. P. Orendliher. – M.: ASV, 2000. – 106 s.
5. Maksimov S. V. Materialy dlja konstruirovanija zashhitnyh pokrytij / Maksimov S. V., Komohov P. G., Zverev V. B.; pod red. S.V. Maksimova. – M.: ASV, 2000. – 180 s.
6. Eliseeva V. I. Polimernye dispersii / V. I. Eliseeva. – M.: Himija, 1980. – 296 s.
7. Platje N. A. Osnovy himii i tehnologii monomerov: ucheb. posobie / N. A. Platje, E. V. Slivinskij. – M.: Nauka: MAIK“Nauka / Interperiodika”, 2002. – 696 s.: il.

8. De Vekki D. A. Kataliticheskoe gidrosilirovanie v siloksanovyh sistemah: [obzor] / D. A. de Vekki, N.K. Skvorcov // ZOH. – 2009. – № 4 – S. 10-27.
9. Trofimov V.A. Himija vysokomolekuljarnyh soedinenij: ucheb.-metod. posobie [dlja studentov himiko-biologicheskogo fakul'teta] / V.A. Trofimov ; Nizhnetagil'skaja gos. soc.-ped. akad. – Nizhnij Tagil, 2008. – 140 s.

Рубан О. В., Попов Є. В., Комач Л. Д. Системний аналіз технології поверхнево-активних речовин на основі похідних акрилової кислоти

У статті на підставі системного аналізу виробництва поверхнево - активних речовин на основі похідних акрилової кислоти досліджені та обґрунтовані еколого - економічні аспекти технології, визначено їх хімічні та технологічні властивості, а також еколого - економічні та споживчі переваги застосування в обробному виробництві текстильної промисловості для модифікації поверхні в лакофарбовій промисловості.

Ключові слова: акрилова кислота, водні дисперсії, поверхнево-активні речовини (ПАР), сополімери.

Ruban O. V., Popov E. V., Komach L. D. System analysis of surfactant technology based on acrylic acid derivatives

This article provides the results of research of ecology-economical aspects of the surface active agents' technology on

the basis of acrylic acid derivatives. Chemical and technological properties of surfactants are also investigated in the paper.

Presence of customer advantages and economic benefits of using surface active agents on the basis of acrylic acid derivatives makes these matters more suitable for textile and paint and varnish industries as surface modifier.

The surfactants based on acrylic acid derivatives are recommended for applying as the most environmentally friendly matters.

Key words: acrylic acid, aqueous dispersions, surface-active substances (surfactants), copolymers.

Рубан Олеся Володимирівна – аспірант кафедри екології, Інститут хімічних технологій Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Рубіжне) rubanlesya@yandex.ua

Попов Євгеній Вадимович – д.т.н., професор, професор кафедри екології, Інститут хімічних технологій Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Рубіжне) popov@iht.lg.ua

Комач Любов Дмитрівна – к.х.н., доцент, доцент кафедри економіки, Інститут хімічних технологій Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Рубіжне) komach77@gmail.com

Рецензент: Суворін О. В. - д. т. н., доцент

Стаття подана: 14.10.2014