

Т.Д. Денисюк, А.Р. Ризун

ПРЕДПОСЫЛКИ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОЙ СРЕДЫ ПРИ РАЗРУШЕНИИ ФОРМОВОЧНЫХ СМЕСЕЙ

Институт импульсных процессов и технологий Национальной академии наук Украины, проспект Октябрьский 43-А, г. Николаев, 54018, Украина

Электроразрядное разрушение формовочных смесей в технологическом процессе очистки отливок становится малоэффективным при очистке тонкостенного литья и наличии высокопрочных формовочных и стержневых смесей. Для исключения вредного воздействия силовых параметров на материал отливки требуются дополнительные факторы, способствующие разупрочнению формовочных смесей. Возможно использование активных разрядных сред на основе поверхностно-активных веществ (ПАВ), способствующих разупрочнению формовочных смесей, что позволит решить затронутые проблемы.

ПАВ, широко применяющиеся в промышленности, объединяет то, что их использование обусловлено адсорбцией на границах раздела фаз и способностью понижать поверхностное натяжение. Процесс понижения прочности основан на диспергирующем действии ПАВ. Диспергаторы, используемые для этой цели, мало изучены [1].

При механическом нагружении на поверхности твердого тела образуются микротрещины, которые служат основной причиной понижения прочности по сравнению с теоретически возможной, вычисленной на основании данных об их строении [2]. Микротрещины образуются в слабых местах кристаллической решетки в области существования дефектов структуры. При этом на 100 правильных межмолекулярных расстояний встречается один дефект. «Слабыми местами» могут быть границы между отдельными кристалликами, если тело состоит из микрокристаллитов, и любые неоднородности.

При снятии нагрузки, если не достигнуто разрушение тела, образовавшиеся трещины, по мнению П. А. Ребиндера [3], смыкаются и исчезают, как бы «залечиваются». В случае нагрузок, превышающих предел прочности, разрушение тела идет в основном по этим микротрещинам.

Развитие микротрещин под действием внешних деформирующих сил может происходить значительно легче при адсорбции различных веществ из среды, в которой происходит процесс диспергирования (разрушения).

Адсорбироваться могут как ионы электролитов, так и молекулы ПАВ, образуя на поверхности двумерный газ в результате нелокализованной адсорбции. Под давлением газа молекулы ПАВ проникают в устья микротрещин и стремятся раздвинуть каждую микрощель, содействуя таким образом внешним деформирующим силам и способствуя разрушению образцов. Схематически этот процесс представлен на рис. 1.

Разрушение твердого тела облегчается не только благодаря давлению двумерного газа, но и вследствие экранирования сил сцепления, действующими между противоположными поверхностями щели в результате проникновения в образовавшуюся микрощель ПАВ. Безусловно, этот эффект должен зависеть как от природы диспергируемого твердого тела, так и от природы используемого ПАВ [3].

Основное свойство ПАВ, определяющее эффективность его действия как диспергатора, – это способность смачивать твердую поверхность. Основным экспериментальным показателем этой характеристики является поверхностное натяжение. С его понижением облегчается диспергируемость гетерогенных систем. Оценкой диспергирующего действия ПАВ должно служить снижение поверхностного натяжения $\Delta\sigma = \sigma_0 - \sigma$, где σ и σ_0 – поверхностное натяжение с ПАВ и без него, эрг/см².

При некоторой концентрации достигается предел растворимости C_p , и поверхностное натяжение больше не понижается. Максимальный достижимый эффект определяется соотношением $\Delta\sigma/\Delta C_p$, который и является критерием оценки диспергирующего действия ПАВ. Соотношение $\Delta\sigma/\Delta C_p$ характеризует зависимость изменения поверхностного натяжения от изменения концентрации ПАВ в водном растворе.

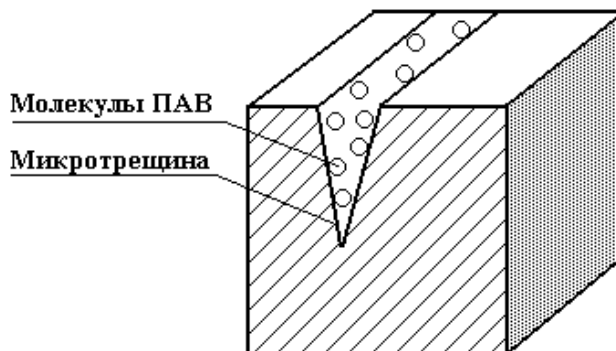


Рис. 1. Схема механизма адсорбционного понижения прочности твердых тел

Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ – адипиновой кислоты – в качестве примера представлена на рис. 2.

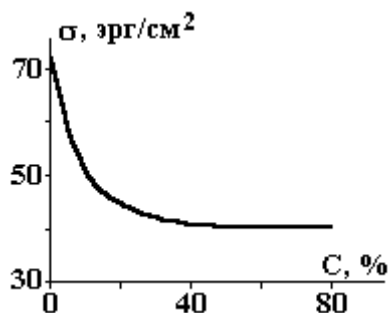


Рис. 2. Зависимость поверхностного натяжения рабочей среды от концентрации адипиновой кислоты при $t = 20^\circ\text{C}$

Пересыщенность ПАВ в растворе приводит к мицеллообразованию, которое в начальной стадии тормозит адсорбционные процессы, а затем и снижает их.

С другой стороны, при изучении адгезии полярных и неполярных жидкостей к твердым поверхностям различной природы было установлено, что адгезия неполярной жидкости к твердым телам не зависит от полярности твердого тела. Кроме того, адгезия к неполярной поверхности в свою очередь также не зависит от природы жидкости.

Адгезия полярных жидкостей на поверхности твердых тел, образованных полярными молекулами, имеет более высокие значения по сравнению с адгезией на неполярных телах [4].

Например, для глицерина (полярная жидкость, хорошо растворимая в воде) работа адгезии на парафине (неполярная поверхность), кварце (полярная поверхность) и сапфире (полярная поверхность) имеет соответственно следующие значения: 59; 127 и 123 мДж/м².

Таким образом, при выборе соответствующего вещества (диспергатора), которое обеспечило бы эффективное удаление полярных по своей химической природе компонентов стержней отливок (корунд, кварц) с минимальным воздействием на основной металл (неполярная поверхность), необходимо руководствоваться описанными выше закономерностями, то есть оно должно быть полярным.

Полярными веществами являются неорганические кислоты, соли и основания, – однако их использование может вызвать коррозию обрабатываемого металлического изделия, а также значительно изменить характер электроразрядного процесса.

Среди органических веществ полярными являются органические соединения, содержащие полярные группы –COOH (карбоновые кислоты), –OH (спирты), –NH₂ (амины), –SO₃H (сульфосоединения) и др. Если при этом углеродная цепь в молекулах данных органических соединений достаточно длинная, то они называются дифильными или амфифильными, то есть в своем составе имеют полярную или гидрофильную часть и неполярную или гидрофобную часть (рис. 3).

На границе раздела фаз, одна из которых полярная (например, вода), а другая – неполярная (например, воздух, неполярное твердое вещество), такие молекулы будут концентрироваться у поверхности с тем, чтобы уменьшить энергию взаимодействия неполярных частей с полярным растворителем. При этом гидрофобные участки будут ориентированы в сторону неполярной среды, а гидрофильные обращены в полярный растворитель.

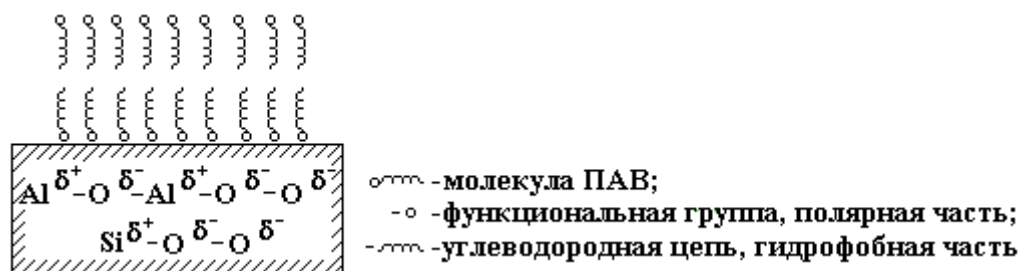


Рис. 3. Схема взаимодействия диспергатора (ПАВ) с формовочными смесями отливки

При адсорбции на полярных твердых поверхностях гидрофильный участок будет обращен к поверхности, а гидрофобный – во внешнюю среду. При достаточной концентрации ПАВ в полярном растворителе возможно образование бислоя за счет гидрофобного взаимодействия между углеродными радикалами ПАВ [4].

Взаимодействие ПАВ, содержащих полярные группы, с поверхностью оксидов металлов осуществляется по двум возможным механизмам.

В случае хорошо диспергируемых веществ (додецилсульфонат натрия, цетилтриметиламмония бромид, стеаринат натрия и другие органические соли) образование связи молекул ПАВ с поверхностными атомами оксида металла протекает за счет электростатического взаимодействия заряженных частиц.

Если молекулы ПАВ относятся к классу органических спиртов, карбоновых кислот, аминов и т.п. с длинной алифатической цепью, то взаимодействие полярных групп этих соединений с атомами на поверхности оксидов протекает за счет образования водородной связи. Частично отрицательно заряженный атом кислорода оксида будет притягивать частично положительно заряженный атом водорода, входящий в состав гидроксильной, карбоксильной аминогрупп и т.п.

Образование бислоя ПАВ, обуславливающее гидрофилизацию поверхности наряду с понижением механической прочности твердого тела, должно благоприятствовать переходу диспергируемых частиц стержня в водную среду.

При адсорбции на неполярных поверхностях молекулы ПАВ ориентированы углеводородной частью к поверхности, а полярной – во внешнюю среду. В водной среде двойной слой в этом случае, естественно, не образуется (рис. 4).

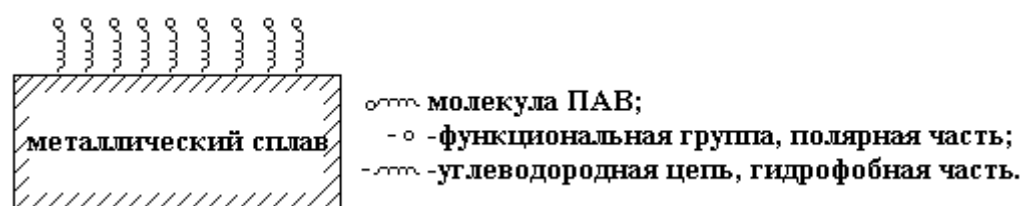


Рис. 4. Схема взаимодействия диспергаторов (ПАВ) с неполярной поверхностью (металл отливки)

Таким образом, можно сделать предположение об эффективности использования для рабочих сред электроразрядов ионогенных ПАВ (как катионных, так и анионных). Неионные ПАВ, по всей видимости, в этом случае будут малоэффективны.

Поскольку поверхность материала стержня полярна, а металла – неполярна, то наличие большого количества полярных групп в органических соединениях будет предпочтительно, то есть это могут быть: поликарбоновые кислоты; соли высших карбоновых кислот; сульфокислоты и их соли; многоатомные спирты и их эфиры; амины и их соли; галогенпроизводные (кроме пергалогенпроизводных) и т.п.

При этом, поскольку активность ПАВ как смачивателя увеличивается с ростом алифатической цепи, – это должны быть соединения с длинным углеводородным остатком, то есть с достаточно большим количеством углеродных атомов.

Выводы

Таким образом, для повышения эффективности электрического разряда в технологиях разрушения высокопрочных формовочных или других высокопрочных материалов можно использовать нетоксичные ПАВ, относящиеся к классу диспергаторов, что даст возможность сократить время очистки отливок, снизить критические нагрузки на отливку, а главное, обеспечит высокую экологическую чистоту процесса разрушения. В настоящее время потребность в разработке активных рабочих сред для электрогидроимпульсных установок, широко используемых в литейном производстве, обусловлена технологическими принципами и требованиями к получению высокой чистоты поверхности отливок, снижению допусков на механическую обработку за счет использования высокопрочных формовочных и стержневых смесей. Результаты практического использования в технологических процессах разрушения будут представлены в следующих работах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амбрамзон А.А., Зайченко Л.П., Файнгольд С.И. Поверхностно-активные вещества. Синтез, анализ, свойства, применение: Учеб. пособие для вузов / Под ред. А.А. Амбрамзона. Л., 1988.
2. Амбрамзон А.А., Амбрамзон А.А., Бочаров В.В., Гаевой Г.М. и др. Поверхностно-активные вещества: Справочник / Под ред. А.А. Амбрамзона и Г.М. Гаевого. Л., 1979.
3. Ребиндер П.А. Избранные труды. Поверхностно-активные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия. М., 1978.
4. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. М., 1975.

Поступила 27.02.04

Summary

Application of surface-active substances, which belong to the class of dispersants, in the time of electrical hydro pulse cleaning of thin-wall castings from high strength and core molding mixtures is shown. It enables to reduce the cleaning time, to decrease the critical load on cast material and to provide the high ecologies cleanness of banishing casting operations. For scientists and engineers developing electrical discharge technologies.

В.Л. Ланин

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ НАГРЕВ В ПРОЦЕССАХ ПАЙКИ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь*

Воздействие энергии высокочастотных (ВЧ) электромагнитных колебаний позволяет осуществлять высокопроизводительный бесконтактный нагрев при пайке деталей и припоя с помощью наведенных в них вихревых токов, а также активировать припой и улучшить его растекание по паяным поверхностям. Качество паяных соединений зависит от следующих факторов ВЧ нагрева: времени, скорости, площади зоны нагрева, плотности мощности и др. [1]. Эффективность нагрева определяется электрофизическими свойствами материалов деталей, частотой тока и конструктивными параметрами индукционных устройств. Вследствие поверхностного эффекта тепловая энергия локализуется в тонком слое, толщина которого определяется глубиной проникновения токов ВЧ. Пайка электронных устройств характеризуется невысокой удельной мощностью нагрева, малыми габаритами деталей, подвергаемых пайке, чувствительностью электронных устройств к электромагнитным наводкам. Поэтому для оптимизации параметров ВЧ нагрева в процессах пайки электронных устройств необходимы аналитические зависимости для вычисления эффективной мощности, выделяемой в зоне нагрева и КПД нагрева.

Эффективная мощность ВЧ нагрева в общем случае определяется согласно выражению [2]: