

УДК 621.74.043.2+621.7.079

РАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ПОКРЫТИЕ ДЛЯ ПРЕСС-ФОРМ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Канд. техн. наук, доц. МИХАЛЬЦОВ А. М., канд. техн. наук ПИВОВАРЧИК А. А.

Белорусский национальный технический университет

При литье под давлением сплавов используют разделительные покрытия (смазки), наносимые на поверхность пресс-формы при каждом цикле изготовления отливки. Их назначение – облегчить извлечение отливки из пресс-формы, предотвратить образование задиров. При этом смазки не должны оказывать негативного воздействия на качество поверхности отливки, быть экологически безопасными [1].

Используемые ныне покрытия, как правило, представляют собой дисперсные системы. Дисперсной фазой в них являются смазывающие вещества (одно или несколько), в качестве которых все еще применяются тяжелые минеральные масла, имеющие высокую температуру вспышки, в некоторых случаях – животные и растительные жиры, их производные, а также озокерит, парафин и др. Упомянутые выше смазывающие компоненты разделительных покрытий морально устарели и не отвечают предъявляемым к ним требованиям как по термической устойчивости, так и по качеству получаемых отливок.

Анализ свойств материалов из смежных областей показал что, с точки зрения термической устойчивости, для литья под давлением сплавов интерес представляют кремнийорганические соединения, в частности полиметилсилоксановые жидкости ПМС 300, ПМС 400 (ГОСТ 13032–77). В качестве дисперсионной среды используют органические жидкости или воду. Основное назначение дисперсионной среды – транспортировка смазывающих веществ к поверхности пресс-формы, дополнительное – регулирование концентрации смазывающих веществ в составе наносимой смазки.

С экологической точки зрения, вода более приемлема для использования в качестве дисперсионной среды. Но все упомянутые смаз-

ывающие вещества относятся к гидрофобным материалам. Поэтому современные разделительные покрытия, импортные и отечественные, являются эмульсиями. Таким образом, задача разработки качественных разделительных покрытий усложняется необходимостью подбора поверхностно-активных веществ, создания необходимых температурно-временных условий для получения устойчивых эмульсий смазывающих веществ в воде. Концентрация смазывающих веществ в эмульсиях, как правило, высокая, поэтому перед употреблением они разбавляются водой. Степень разбавления подбирается индивидуально для каждой отливки либо для группы идентичных отливок.

Методика проведения экспериментов. Приготовление концентрата разделительного покрытия проводили по следующей методике: дозирование компонентов производили объемным методом; перед перемешиванием компоненты подогревали до 70 °С; температуру подогрева компонентов контролировали при помощи термометра А1 с ценой деления 1 °С.

После подогрева исходных компонентов и ПАВ к ним добавляли разогретую до 70 °С воду и производили перемешивание в стеклянной таре с помощью специального двухлопастного смесителя (гомогенизатора), обеспечивающего 6000 мин⁻¹. Время перемешивания компонентов, входящих в состав эмульсии, составляло 2 мин. После перемешивания отбирали пробу приготовленной эмульсии в пробирки диаметром 12 мм с целью определения ее седиментационной устойчивости. Критерием устойчивости полученной эмульсии являлось время до появления признаков расслоения.

Разработка состава разделительного покрытия с высокой седиментационной устойчивостью. Взятая за основу полиметилсило-

сановая жидкость марки ПМС 300 обладает высокой термостойкостью и экологически безопасна. При этом она имеет существенный недостаток – сравнительно высокую гидрофобность, так как полярная полиметилсилоксановая цепь экранирована неполярными метильными группами. Это сильно затрудняет получение эмульсии типа масло в воде (М/В) при использовании традиционных ПАВ.

Все ПАВ являются полярными соединениями [2]. Их подразделяют на ионогенные и неионогенные [3, 4]. Ионогенные, в свою очередь, состоят из анионных и катионных ПАВ.

К анионным ПАВ можно отнести арилаты, алкилаты сульфоновой кислоты, соли щелочных металлов, например натриевые соли алкилсерных кислот. Это моющие средства, применяемые в народном хозяйстве. Анионные ПАВ могут быть рекомендованы для получения эмульсий. К катионным ПАВ относят гидрохлориды алкиламинов или галоиды алкиламмония. Катионные ПАВ для получения эмульсий не использовались, так как они эффективны при наличии кислой среды. Но кислая среда в производственных условиях приводит к коррозии технологической оснастки.

К неионогенным ПАВ относят алкилгликозиды, эфиры сахарозы и жирных кислот, оксигетилированные моноалкилфенолы и др. [3]. Их использование обусловлено биполярностью, которая снижает поверхностное натяжение на границе раздела смазывающий компонент – вода в момент приготовления эмульсии, а также позволяет связать в устойчивую мицеллу основной смазывающий компонент и молекулы разбавителя. При разработке состава разделительного покрытия опробовано свыше десяти всевозможных ПАВ, используемых в различных отраслях народного хозяйства. Из их числа выбран неионогенный ПАВ – оксигетилированный моноалкилфенол на основе тримеров изононила (неонол) марки АФ 9-12 (ТУ 2483-077-05766801–98). Седиментационная устойчивость эмульсии на основе полиметилсилоксановой жидкости ПМС 300 при использовании неонола АФ 9-12 в количестве 2,5 % не превышала 30 ч.

Увеличение в составе разделительного покрытия количества ПАВ до 5 % приводило к

незначительному повышению седиментационной устойчивости эмульсии – в среднем на 4 ч.

С целью снижения гидрофобности ПМС 300 и облегчения в конечном итоге получения устойчивой эмульсии использовали вещества-разрыхлители. С точки зрения сохранения или повышения смазывающей способности разделительного покрытия, в качестве таких веществ целесообразно опробовать материалы типа масел, жиров. Они хорошо смешиваются с ПМС, особенно при нагревании, образуя однородную массу.

Одной из отличительных характеристик ПМС 300 является незначительное изменение вязкости с повышением температуры. Измеряя вязкость ПМС с добавками упомянутых материалов, можно оценить степень разрыхления ПМС. Это обусловлено тем, что изменение вязкости, связанное с сопротивлением жидкости сдвигу, отражает надмолекулярную структуру изучаемой системы и можно сделать закономерное предположение о проникновении молекул добавок между молекулами ПМС, следствием чего может быть разрыхление системы.

В качестве разрыхлителей ПМС 300 использовали олеиновую кислоту, растительное масло и соапсток.

Соапсток – побочный продукт переработки растительных масел жиров; реализуется заинтересованным организациям по ТУ РБ 190239501.034–2002. Он содержит в своем составе комплекс веществ: преимущественно это непредельные и предельные жирные кислоты, а также фосфолипиды. Фосфолипиды содержат жирные кислоты и их производные, сложные эфиры многоатомных спиртов и высших жирных кислот, а также остаток фосфорной кислоты и соединенную с ней группу атомов различной химической природы. Главная особенность фосфолипидов состоит в том, что они являются биполярными веществами. Это позволяет при их нахождении в воде образовывать бислой – двойной слой фосфолипидных молекул, в котором гидрофильные его части соприкасаются с водой, а гидрофобные – упрятаны внутрь основы разделительного покрытия и тем самым защищены от контакта с водой, что является благоприятным условием для получения устойчивой эмульсии.

Вязкость систем, составленных из полиметилсилоксановой жидкости и олеиновой кислоты, полиметилсилоксановой жидкости и растительного масла, полиметилсилоксановой жид-

кости и соапстока, исследовалась при температурах 20, 50 и 80 °С по стандартной методике и определялась временем истечения жидкости определенного объема из вискозиметра марки ВЗ-4 (ГОСТ 9070–75).

Данные по изменению вязкости различных систем в зависимости от содержания исходных компонентов приведены на рис. 1–3.

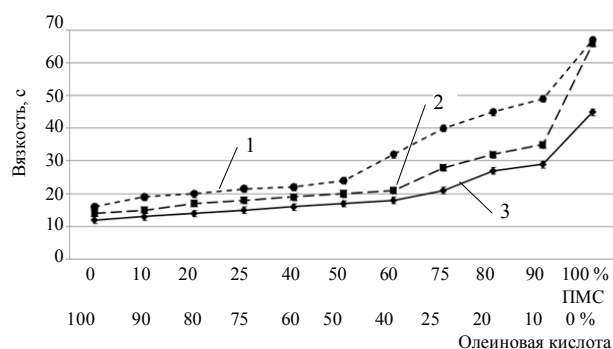


Рис. 1. Изменение вязкости системы «ПМС – олеиновая кислота» при различных температурах подогрева: 1 – 20 °С; 2 – 50; 3 – 80 °С

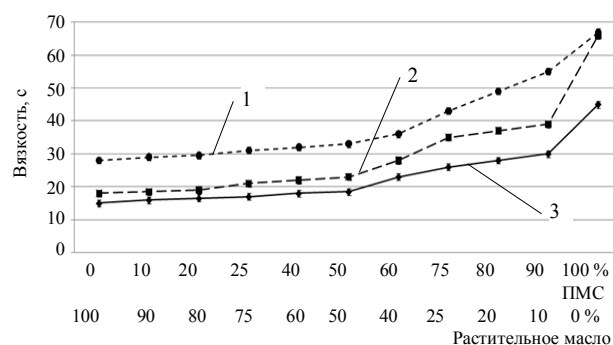


Рис. 2. Изменение вязкости системы «ПМС – растительное масло» при различных температурах подогрева: 1 – 20 °С; 2 – 50; 3 – 80 °С

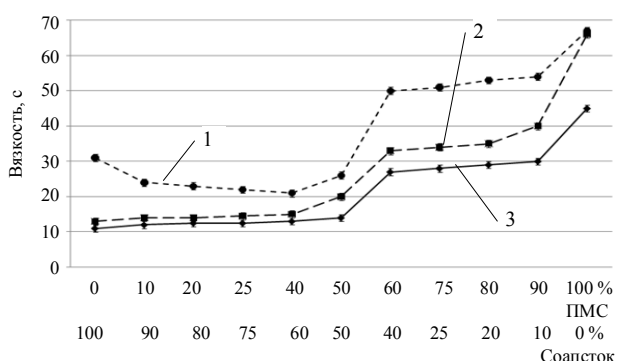


Рис. 3. Изменение вязкости системы «ПМС – соапсток» при различных температурах подогрева: 1 – 20 °С; 2 – 50; 3 – 80 °С

Как и предполагалось, олеиновая кислота, растительное масло и соапсток существенно

снижают вязкость полиметилсилоксановой жидкости, образуя с ней после перемешивания однородную массу. Следует отметить, что для сохранения высокой термостойкости разделительное покрытие должно содержать в своем составе возможно большее количество полиметилсилоксановой жидкости. Увеличение доли органических веществ в составе образованного комплекса будет способствовать снижению термостойкости разделительного покрытия.

Учитывая это, а также приведенные на рис. 1–3 результаты, следует отметить, что оптимальное содержание органических веществ-разбавителей в составе смазывающего компонента должно находиться на уровне от 20 до 25 %. При этом во всех случаях наблюдается существенное снижение вязкости образовавшегося комплекса.

Для приготовления эмульсии в качестве смазывающего компонента были использованы системы, состоящие из 75 % ПМС и 25 % растительного масла, а также 75 % ПМС и 25 % олеиновой кислоты. Содержание комплекса в составе концентрата разделительного покрытия составляло 25–28 %, неионогенного ПАВ – 2,5 %, вода – остальное. При оптимальной температуре перемешивания были получены однородные эмульсии белого цвета. Седиментационная устойчивость эмульсий составила от 70 до 250 ч. После этого наблюдались признаки небольшого разделения эмульсии на более темные и более светлые участки. При легком перемешивании однородность эмульсий восстанавливалась.

Седиментационная устойчивость эмульсии, приготовленной на основе системы «ПМС – соапсток» (75 % – ПМС, 25 % – соапсток), при том же содержании ПАВ и температуре перемешивания составила более 500 ч.

Отработка температурно-временных параметров получения устойчивых эмульсий. При выполнении экспериментов было установлено, что помимо ПАВ существенное влияние на величину седиментационной устойчивости эмульсии оказывают температура подогрева компонентов, выдержка при этой температуре, скорость и время перемешивания.

Экспериментальные данные по влиянию температуры подогрева и выдержки при этой

температуре компонентов на седиментационную устойчивость эмульсии представлены на рис. 4. Как следует из приведенных данных, получение эмульсии с высокой седиментационной устойчивостью отмечено лишь после выдержки подогреваемых компонентов в течение 2–3 мин перед перемешиванием начиная с 70 °С. При этом температура добавляемой воды не оказывает существенного влияния на седиментационную устойчивость эмульсии. Необходимо также отметить, что увеличение времени выдержки компонентов перед перемешиванием до 5 мин не приводило к повышению седиментационной устойчивости эмульсии.



Рис. 4. Влияние температуры подогрева исходных компонентов на седиментационную устойчивость эмульсии: ■ – без выдержки при данной температуре; ■ – с выдержкой при данной температуре

Помимо температуры подогрева компонентов седиментационная устойчивость эмульсии зависит от времени и скорости перемешивания. Экспериментальные данные по зависимости седиментационной устойчивости от скорости и времени перемешивания представлены на рис. 5 и 6.

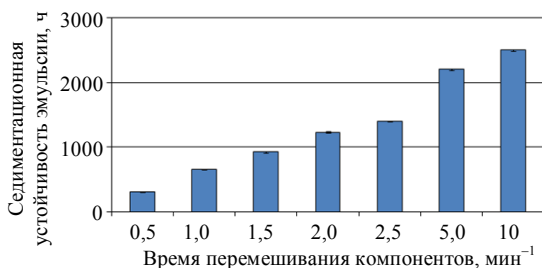


Рис. 5. Влияние времени перемешивания компонентов на седиментационную устойчивость эмульсии при скорости перемешивания 3000 мин⁻¹ (температура подогрева исходных компонентов составляет 70 °С)

Можно видеть (рис. 5, 6), что увеличение времени перемешивания сверх 5 мин и скорости

перемешивания компонентов более 6000 мин⁻¹ не приводит к существенному росту седиментационной устойчивости эмульсии.

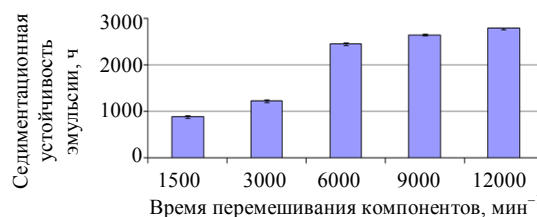


Рис. 6. Влияние скорости перемешивания компонентов на седиментационную устойчивость эмульсии (время перемешивания – 2 мин, температура подогрева исходных компонентов составляет 70 °С)

С учетом приведенных выше результатов предложен состав разделительного покрытия для пресс-форм литья алюминиевых сплавов под давлением, вес. %: полиметилсилоксановая жидкость (ПМС 300) – 20,0–22,0; соапсток – 5,0–6,0; неонол (ПАВ) – 2,5–3,0; вода – остальное.

Седиментационная устойчивость эмульсии, приготовленной из указанных компонентов и при оптимальных температурно-временных параметрах, составила 2500 ч. Перед употреблением приготовленный концентрат разделительного покрытия разбавляется водой в соотношении 1:10–1:50 в зависимости от сложности изготавливаемых отливок.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что добавка соапстока к ПМС 300 в количестве 5,0–6,0 вес. % позволяет существенно повысить седиментационную устойчивость концентрата разделительного покрытия (эмульсии) с 30 до 500 ч.

2. Показано, что предварительная выдержка компонентов в течение 3 мин при температуре перемешивания начиная с 70 °С позволяет повысить седиментационную устойчивость концентрата разделительного покрытия до 2500 ч.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Каширцев, Л. П.** Литейные машины. Литье в металлические формы: учеб. пособие / Л. П. Каширцев. – М.: Машиностроение, 2005. – С. 31–38.
2. **Артеменко, А. И.** Справочное руководство по химии / А. И. Артеменко, И. В. Тикунова, В. А. Малеваный. – М., 2003. – С. 284.