



In work studied influence of technological modes of moulding under pressure on an erosion resistance of lubricant courses most frequently used dividing matings on various sites of foundry fitting-out at manufacture of casts from aluminum alloys.

А. М. МИХАЛЬЦОВ, А. А. ПИВОВАРЧИК, БНТУ

УДК 621.74.043:669.746.012

ЭРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ СМАЗОК ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ОТЛИВОК ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ МЕТОДОМ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Использование смазок (разделительных покрытий) в технологическом процессе изготовления отливок литьем под давлением является неперенным условием [1, 2]. Удовлетворительная работа смазки, прежде всего, связана с эрозийной стойкостью смазочных слоев, образующихся на поверхности пресс-формы после нанесения разделительных покрытий.

Эрозийная стойкость смазок — одно из важнейших свойств разделительных покрытий: она определяет вероятность приваривания заливаемого металла к литейной оснастке, уменьшение теплового удара; от нее зависит и качество отливки, так как смываемая смазка, попадая в «тело» отливки, ведет к ухудшению внешнего вида и увеличению пористости [3, 4].

На поверхность пресс-формы разделительные покрытия наносят вручную либо с использованием распылителей различных конструкций. При этом толщина слоя смазки зависит от способа нанесения, времени распыления смазки, скорости ее перемеще-

ния, состава и свойств смазочного материала и может варьировать от нескольких до 400–500 молекулярных слоев, а в зависимости от размера молекул может составлять 0,5–0,8 мкм [1]. Предпочтение следует отдавать распылителям эжекционного типа, которые обеспечивают требуемое качество распыления и получение слоя оптимальной толщины.

Цель данной работы — исследование влияния технологических режимов литья под давлением на эрозийную стойкость смазок.

Для сравнительной оценки использовали смазку фирмы «Петрофер» (Германия), составы водно-эмульсионных смазок, приготовленные на основе нефтепродуктов (минерального масла Вапор и гидрофобизатора ГФК-1), горного воска, смазку на основе кремнийорганических соединений и смазки на жировой основе, содержащие в своем составе порошкообразные наполнители — графит и алюминиевую пудру.

Состав и физические свойства испытываемых смазок приведены в таблице.

Состав и физические свойства испытываемых смазок

Смазка	Основа, %	ПАВ, %	Наполнитель, %	Вода, %	Плотность смазки, кг/м ³	Вязкость по вискозиметру ВЗ-4 при температуре 20°C, с
На основе масла Вапор	20	2,5	–	Остальное	982	14
На основе гидрофобизатора ГФК-1	20	2,5	–	Остальное	950	13
На основе горного воска	20	2,5	–	Остальное	915	12
Фирмы «Петрофер» (Германия)	–	–	–	–	925	12
На основе кремнийорганических соединений	20	2,5	–	Остальное	915	12
На основе минерального масла с добавкой графита	82	10	8	–	985	–
На основе минерального масла с добавкой алюминиевой пудры	80	10	10	–	1120	–

Исследования по определению эрозионной стойкости смазок проводили на машине литья под давлением мод. CLOO 250/25-B2 с холодной горизонтальной камерой прессования с использованием сплава АК12. Сплав приготавливали из силумина марки АК12ч и возврата собственного производства (до 50%) в индукционной тигельной печи с графито-шамотным тиглем емкостью 0,4 м³. Перегретый до температуры 720 °С расплав обрабатывали покровно-рафинирующим флюсом производства ОДО «Эвтектика» (Республика Беларусь) в количестве 0,10% от объема расплава, после чего охлаждали вместе с печью до температуры заливки.

Контроль и поддержание температуры заливки металла производили с помощью хромель-алюмелевой термопары погружения и регулирующего потенциометра КСП-3. Температура заливаемого металла составляла 620 ± 10 °С. Указанное колебание температуры заливаемого сплава связано с тепловой инертностью печи.

Контроль температуры поверхности пресс-формы осуществляли посредством хромель-алюмелевых термопар с диаметром электродов 0,2 мм и специального прибора, погрешность измерения которого составляет $\pm 0,1$ °С.

Разогрев пресс-формы до рабочей температуры, составлявшей 150–165 °С, производили по средствам 15–20 запрессовок.

Шероховатость поверхности формообразующей вставки в пресс-форме составляла $0,4 R_a$.

Время выдержки запрессованного расплава до извлечения отливки из полости пресс-формы во всех случаях контролировали с помощью реле времени.

Перед нанесением исследуемые водоэмульсионные смазки разбавляли технической водой в соотношении 1:20 и наносили при помощи пистолета-распылителя на поверхность пресс-формы с расстояния 0,2 м при давлении воздуха в сети $2,5 \cdot 10^5$ Па в течение 5 с. Смазки на жировой основе перед использованием подогревали в специальной таре на раздаточной печи и наносили на поверхность оснастки с помощью квача.

Прессующий поршень смазывали минимально необходимым количеством жировой смазки на основе гидрофобизатора ГФК-1 с добавкой горного воска в соотношении 4:1.

При проведении экспериментов исследовали влияние времени выдержки отливки в пресс-форме и скорости впуска металла в полость формы на эрозионную стойкость смазочного слоя на различных участках литейной оснастки.

Измерение толщины образовавшегося слоя смазки до и после запрессовки жидкого металла осуществляли с помощью радиоволнового толщиномера марки ТМ-300, изготовленного в Институте прикладной физики НАН Беларуси. Принцип действия прибора основан на измерении фазы электромагнитной волны сверхвысокой частоты, отраженной от тонкой диэлектрической пленки на поверхности пресс-формы. Он предназначен для измерения толщины лакокрасочных, оксидных, теплозащитных и иных неметаллических покрытий в лабораторных и

промышленных условиях. Толщиномер ТМ-300 обеспечивает измерение толщины покрытий от 1 до 300 мкм. Индикация результатов измерений – цифровая. Предел допускаемой основной погрешности измерения толщины покрытия равен $\pm 0,03T$, где T – измеряемая величина. Прибор обеспечивает сохранение во встроенном энергонезависимом запоминающем устройстве до 500 значений результатов измерений в виде 10 блоков (файлов) по 50 результатов в каждом и выдачу сохраненных результатов на цифровое табло по команде оператора. На рис. 1 показан общий вид данного прибора.



Рис. 1. Общий вид прибора для измерения толщины разделительных покрытий

Замеры толщины слоя разделительного покрытия, образовавшегося в результате смазывания литейной оснастки, а также после раскрытия пресс-формы и удаления отливки, производили в районе литника (зона 4, рис. 2) и на формообразующей

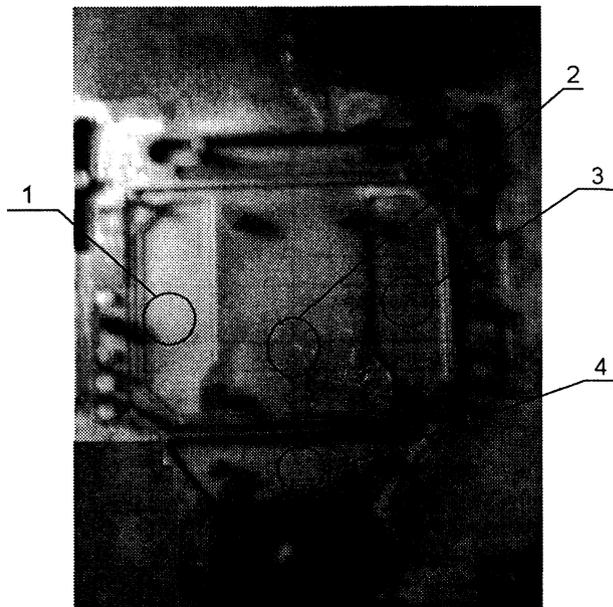


Рис. 2. Схема измерения толщины смазки в рабочих зонах пресс-формы 1, 2, 3 и в зоне 4 (вблизи питателя)

поверхности в трех точках 1, 2, 3. Для каждой смазки выполнили пять экспериментов с замером толщины образующихся слоев. В районе литника (зона 4) толщину смазочного слоя измеряли в одной точке.

Результаты измерений в виде диаграмм приведены на рис. 3–6.

Из рисунков видно, что после смазывания пресс-формы водоэмульсионными разделительными покрытиями на основе нефтепродуктов толщина слоя смазки минимальна по сравнению со слоями, образованными остальными разделительными покрытиями. Очевидно, это связано с низкой адгезионной способностью смазочных веществ, входящих в состав названных выше смазок [5]. Кроме того, термическая стойкость используемых материалов для приготовления данной смазки невысокая и, как следствие, возможна существенная термическая деструкция смазки при заливке жидкого металла [6].

Промежуточные значения показали водоэмульсионные смазки на основе горного воска, зарубежная смазка фирмы «Петрофер», а также на основе кремнийорганических соединений. Использование указанных разделительных покрытий позволяет получать более толстый смазочный слой. Это происходит благодаря высокой термической стойкости материалов, входящих в состав смазок, и большей адгезионной способности по сравнению со смазками на основе нефтепродуктов [5].

Максимальные значения толщины смазочного слоя получены при использовании жировых смазок, содержащих в своем составе порошкообразные добавки графита и алюминиевой пудры. Полученный результат прежде всего можно объяснить тем, что данные смазки наносили на литейную оснастку с помощью квача. Кроме того, в состав смазок входят порошкообразные наполни-

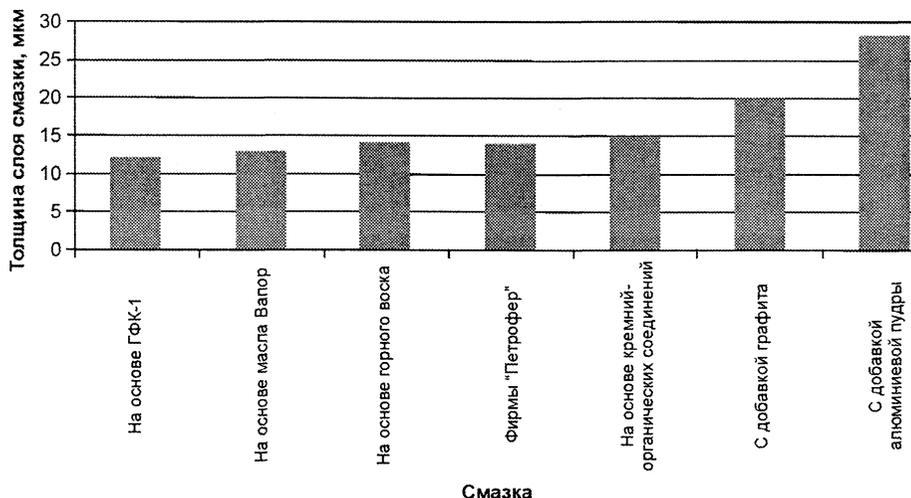


Рис. 3. Толщина слоя, образовавшегося после нанесения смазок на поверхность пресс-формы

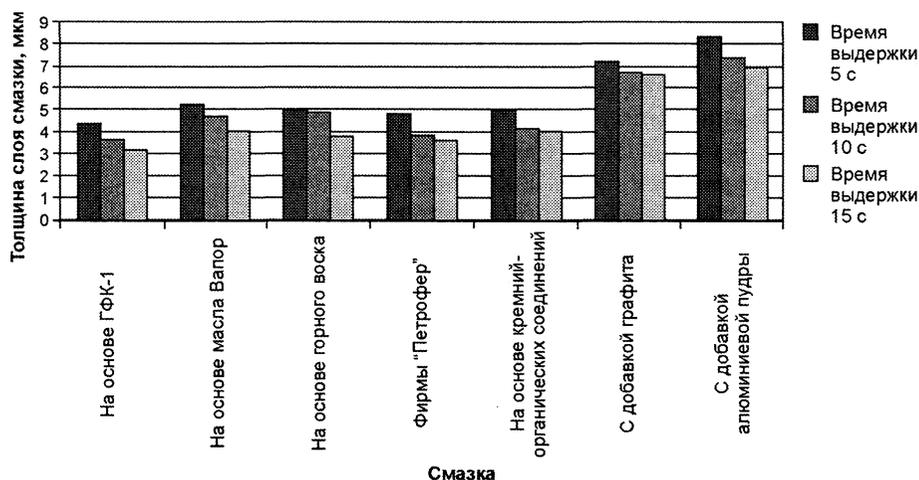


Рис. 4. Изменение толщины слоя смазок после различной выдержки отливок в форме

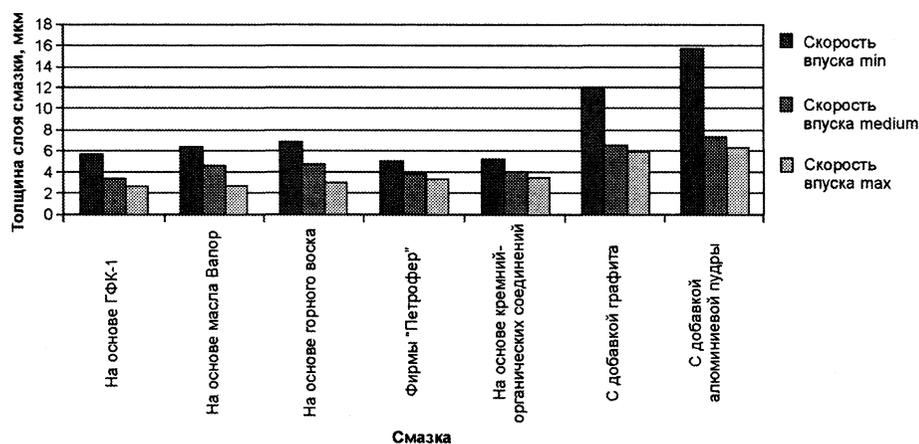


Рис. 5. Изменение толщины слоя смазок при различных скоростях впуска сплава в пресс-форму (после извлечения отливки)

тели, которые после нанесения на поверхность пресс-формы формируют достаточно толстый разделительный слой.

Установлено, что после удаления отливки толщина слоя, образованного после нанесения разделительных покрытий, уменьшается на 40–60% при использовании всех исследуемых составов как водоэмульсионных, так и жировых.

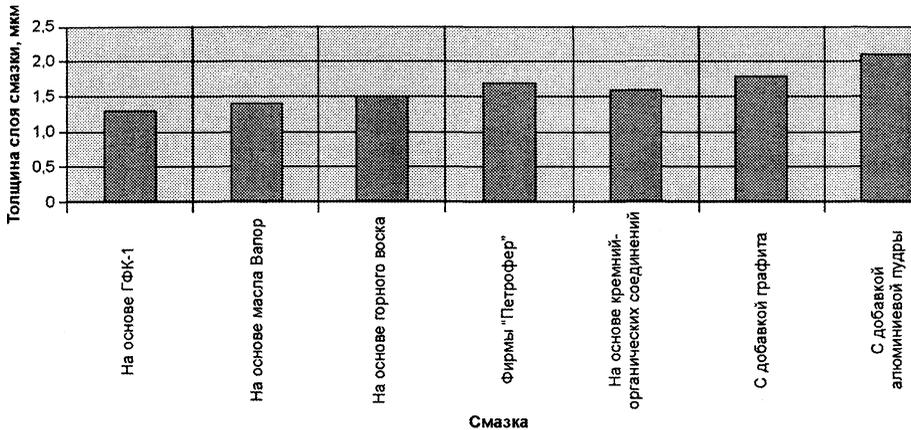


Рис. 6. Толщина слоя исследуемых смазок в зоне литника после изготовления отливки

Увеличение толщины смазочного слоя при последующих нанесении разделительного покрытия на пресс-форму за счет накопления смазки отмечено лишь при использовании разделительных покрытий на основе горного воска (20%), смазки фирмы «Петрофер» (10%), а также смазки на основе кремнийорганических соединений (15%). Дальнейший рост толщины смазочного слоя, по видимому, ограничен невысокой когезионной прочностью веществ, входящих в состав смазок.

Необходимо отметить, что трехкратное увеличение времени выдержки отливки в пресс-форме перед извлечением от 5 до 15 с ведет к незначительному уменьшению толщины смазочного покрытия в среднем на 15–20%. Это связано с тем, что время заполнения формы расплавом невелико и происходит за считанные доли секунды, при этом температура расплава быстро снижается вследствие высокой теплопроводности пресс-формы и, как следствие, деструкция смазки тормозится. Кроме того, в полости пресс-формы нет достаточного количества кислорода, необходимого для выгорания смазки. Дефицит кислорода обусловлен вытеснением последнего через вентиляционные каналы при заполнении полости пресс-формы расплавом и протеканием реакции с жидким алюминием.

Наиболее высокую устойчивость при изменении времени выдержки отливки в пресс-форме показала смазка на основе кремнийорганических соединений. Полученный результат объясняется высокой термической стойкостью веществ, входящих в состав данного разделительного покрытия [7]. Худший показатель у покрытия на основе гидрофобизатора и масла Вапор вследствие отно-

сительно низкой термической стойкости нефтепродуктов.

Установлено, что существенное влияние на эрозионную стойкость смазочных слоев исследуемых разделительных покрытий оказывает скорость впуска расплава в полость пресс-формы. Так, при минимальной скорости впуска металла толщина смазочного слоя снижается на 30–50%, при средней – на 50–60%, максимальной –

75–85% от толщины слоя разделительного покрытия, полученного после нанесения смазки. Полученный результат объясняется тем, что с увеличением скорости впуска струя жидкого металла более интенсивно смывает смазочный слой с поверхности пресс-формы.

Установлено также, что максимальный смыв смазки происходит в зоне литника. Независимо от скорости впуска и используемых составов смазок толщина слоя разделительного покрытия в зоне литника снижается на 90–95%. Это связано с тем, что в данной зоне затвердевание металла происходит в последнюю очередь и пресс-форма на данном участке испытывает наиболее сильное и длительное тепловое воздействие со стороны расплава.

Литература

1. Белопухов А.К. Технологические режимы литья под давлением. М.: Машиностроение, 1985.
2. Зеленев В.Н., Кисиленко Л.Е. Смазка пресс-форм литья под давлением. М.: Машиностроение, 1983.
3. Рыжиков А.А., Храмов С.С. О смываемости смазочных покрытий форм литья под давлением // Литейное производство. 1982. №7. С. 26–27.
4. Архипенков Ю.В., Тимофеев Г.И. Смываемость разделительных смазок форм литья под давлением // Литейное производство. 1984. №3. С. 22–23.
5. Михальцов А.М., Пивоварчик А.А. Исследование адгезионной способности смазок на основе кремнийорганических полимеров для литья под давлением алюминиевых сплавов // Литье и металлургия. 2007. №1. С. 131–134.
6. Матвеевский Р.М. Температурная стойкость граничных смазочных слоев и твердых смазочных покрытий при трении металлов и сплавов. М.: Машиностроение, 1971.
7. Матвеевский Р.М., Лашхи В.Л., Буяновский И.А., Фукс И.Г., Бадыштова К.М. Смазочные материалы: Антифрикционные и противозносные свойства. Методы испытаний. М.: Машиностроение, 1989. С. 12–14.