



УДК 621.74.043.2+621.7.079

Поступила 29.01.2015

ФОРМИРОВАНИЕ СЛОЯ РАЗДЕЛИТЕЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ПРЕСС-ФОРМЫ ПРИ ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ FORMING A PARTING LAYER OF COATING ON THE SURFACE OF THE MOULD DURING DIE-CASTING

*А. А. ПИВОВАРЧИК, Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, г. Гродно, Беларусь,
А. М. МИХАЛЬЦОВ, Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь*

*A. PIVOVARCHIK, Grodno State University n. a. Yanka Kupala, Grodno, Belarus ,
A. MIKHALTSOV, Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus*

Приведены результаты исследований по изучению возможности накопления смазочного слоя разделительного покрытия на поверхности технологической литейной оснастки при литье под высоким давлением алюминиевых сплавов.

The paper presents the results of research on the study of the possibility of accumulation of the lubricating layer coating on the surface of the separation process of foundry equipment with high pressure die casting aluminum alloys.

Ключевые слова. *Разделительные покрытия, литье под давлением, алюминиевые сплавы, толщиномер, смазочно-разделительный слой.*

Keywords. *Release coating, die casting, aluminum alloys, thickness gauge, cutting the spacer layer.*

Введение. Смазывание технологической оснастки является неременным условием при изготовлении качественных отливок из алюминиевых сплавов методом литья под высоким давлением. Нанесение на литейную оснастку водоэмульсионных разделительных покрытий (РП) способствует защите поверхностных слоев пресс-формы от эрозионного и теплового воздействия струи заливаемого сплава, снижает коэффициент трения в процессе удаления отливки, способствует регулированию теплового режима работы технологической оснастки [1].

На поверхность пресс-форм РП наносят либо вручную (квачом, щеткой-сметкой), либо механизировано с использованием распылителей различных конструкций. При этом предпочтение следует отдавать распылителям эжекционного типа, которые обеспечивают требуемое качество распыления смазочного материала и способствуют формированию на поверхности пресс-формы слоя смазки оптимальной толщины [2]. По данным исследователей, приведенным в работе [3], толщина слоя РП может находиться в следующих пределах: при ручном нанесении – 5–40 мкм, механизированном – 0,5–15 мкм. Механизированное нанесение РП стабилизирует теплофизические параметры, связанные с влиянием толщины смазочного слоя на условия формирования отливки и газовый режим работы пресс-формы [2]. После нанесения разделительного покрытия на поверхность пресс-формы разбавитель испаряется, а на оснастке остается тонкий слой смазывающего компонента, который обеспечивает беспрепятственное извлечение отливки. Но на практике данное положение выполняется не всегда либо не в полной мере из-за различной адгезионной способности РП и их равномерного распределения по рабочей поверхности оснастки.

Практика литья под давлением показывает, что при использовании определенных смазочных материалов в составе РП возможно их накопление на технологической оснастке. При этом, с одной стороны, возможно облегчение извлечения отливки из пресс-формы, а с другой – это может привести к образованию спаев, «мороза» и следов «пятен» на поверхности отливки, к увеличению ее пористости и, как следствие, к снижению механических и потребительских свойств.

Имеющиеся сведения в работах [4, 5] не дают однозначного ответа на вопрос о способности РП накапливаться на поверхности технологической оснастки.

Целью настоящей работы является исследование возможности накопления на поверхности литейной оснастки отечественных и зарубежных разделительных покрытий, используемых в технологическом процессе литья под давлением алюминиевых сплавов.

Методика проведения исследований. Перед проведением исследований концентраты разделительных покрытий разбавляли водой в соотношении 1:50. РП наносили на поверхность пресс-формы в течение 3 с с расстояния 0,3 м при давлении воздуха $2,5 \cdot 10^5$ Па перед каждой запрессовкой расплава.

Исследования проводили на машине литья под давлением мод. СОО 250/25-В2 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 производили посредством 15–20 предварительных запрессовок расплава. Шероховатость поверхности формообразующей вставки в пресс-форме составляла $0,2R_a$. Время выдержки запрессованного расплава до извлечения отливки из полости пресс-формы во всех случаях контролировалось автоматически с помощью реле времени и составляло 10 с. Скорость впуска металла в полость формы – 25 м/с.

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

Измерение толщины образовавшегося слоя РП до и после запрессовки жидкого металла осуществляли с помощью радиоволнового толщиномера мод. ТМ-300, разработанного в Институте прикладной физики НАН Беларуси. Толщиномер ТМ-300 обеспечивает измерение толщины слоя РП в диапазоне 1–300 мкм. Замеры толщины слоя РП, образовавшегося в результате смазывания литейной оснастки, производили на формообразующей поверхности вставки после удаления отливки. Измерение толщины смазочно-разделительного слоя проводили с периодичностью контроля одно измерение после изготовления 10 отливок. Составы исследуемых РП приведены в таблице.

Составы исследуемых разделительных покрытий

Номер разделительного покрытия	Марка разделительного покрытия
1	В40 (Беларусь)
2	СТАВРОЛ 500 марка 3 (Россия)
3	CONDAFOND 310 (Франция)
4	Trennex W 3325 /10 (Германия)
5*	РП-1 (Беларусь)

* Состав РП, разработанного на кафедре «Металлургия литейных сплавов» БНТУ.

Результаты исследований и их обсуждение. Установлено, что после первоначального нанесения РП на технологическую оснастку толщина смазочно-разделительного слоя для исследуемых составов составляет: В40 – 12 мкм; СТАВРОЛ 500 – 10; CONDAFOND 310 – 6; Trennex W 3325 /10 – 4; РП-1 – 7 мкм. При последующих пяти измерениях увеличения толщины слоя практически не наблюдается. При этом толщина смазочного слоя колеблется в среднем на 3–9 мкм в зависимости от вида РП. Максимальное увеличение толщины смазочного слоя (9 мкм) наблюдается при использовании РП марки В40, минимальное (3 мкм) – при применении РП марки Trennex W 3325 /10.

Существенное изменение толщины смазочного слоя наблюдается начиная с 6-го до 11-го измерения при использовании всех исследуемых составов РП. При этом максимальные значения получены при использовании РП марки CONDAFOND 310 (8 раз). Разделительные покрытия В40, СТАВРОЛ 500, РП-1 (Беларусь) показали промежуточные значения. В среднем толщина слоя для названных покрытий увеличивалась в 3–5 раз. Минимальное увеличение толщины слоя наблюдается при использовании РП марки Trennex W3325/10 (в 2 раза). Очевидно, рост толщины смазочного слоя происходит в результате сил ко-

гезии, возникающих между молекулярными слоями смазки. При последующем (12-м) измерении толщина смазочно-разделительного слоя практически соответствует толщине, полученной после первого нанесения РП на литейную оснастку практически у всех исследуемых составов. Можно предположить, что на данном технологическом этапе изготовления отливок происходит смыв образовавшегося слоя струей заливаемого расплава. Кроме того, с ростом толщины слоя происходит рост удельного веса смазочно-разделительного слоя, что, в свою очередь, уменьшает адгезионную и когезионную способность образовавшихся молекулярных слоев.

Следует отметить, что дальнейшее увеличение слоя РП наблюдается только при использовании состава марки В40. На момент последнего измерения толщина смазочно-разделительного слоя по сравнению с первоначальным значением возросла в 14 раз.

Выводы

В ходе проведенных исследований установлено, что при выполнении технологического процесса литья под давлением, а именно нанесении РП на поверхность пресс-формы происходит циклическое изменение толщины смазочно-разделительного слоя. Экспериментально установлено, что увеличение толщины смазочного слоя наблюдается при использовании всех исследуемых составов РП от 2 до 8 раз.

Литература

1. Специальные технологии литья под давлением: пер. с англ. / Дж. Авери, К. Т. Окамото. Санкт-Петербург: Изд-во «Профессия», 2009. 408 с.
2. К а ш и р ц е в Л. П. Литейные машины. Литье в металлические формы: Учеб. пособ. М.: Машиностроение, 2005. С. 31–38.
3. М и х а л ь ц о в А. М., П и в о в а р ч и к А. А. Эрозионная стойкость смазок при изготовлении отливок из алюминиевых сплавов методом литья под давлением // Литье и металлургия. 2008. № 2. С. 47–51.

References

1. Spetsialnye tehnologii lit'ya pod davleniem [Special technologies of de-casting]. S-Peterburg, Professiya Publ., 2009. 408 p.
2. K a s h i r c e v L. P. *Litejnye mashiny. Lityo v metallicheskie formy* [Foundry machines. Casting in metal molds]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 2005. pp. 31–38.
3. M i c h a l t s o v A. M., P i v o v a r c h i k A. A. Eroziionnaya stojkost smazok pri izgotovlenii otlivok iz alyuminiemyx splavov metodom litya pod davleniem [Erosion resistance of lubricants in the manufacture of castings of aluminum alloy molding]. *Litue i metallurgiya* [Foundry and metallurgy]. 2008. no. 2, pp. 47–51.

Сведения об авторах

Пивоварчик Александр Антонович, доцент кафедры «Машиноведения и технической эксплуатации автомобилей» Учреждения образования «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы», г. Гродно, Республика Беларусь. E-mail: Pivchik21@tut.by.

Михальцов Александр Миронович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Металлургия литейных сплавов» Белорусского национального технического университета, г. Минск, Республика Беларусь. E-mail: mikhaltsov@tut.by.

Information about the authors

Pivovarchik A., assistant professor of «Mechanical Engineering and maintenance of vehicles» Educational institutions Grodno State University Yanka Kupala, Grodno, Belarus. E-mail: Pivchik21@tut.by.

Mikhaltsov A., associate Professor, Department «Metallurgy of casting alloys», Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus. E-mail: mikhaltsov@tut.by.