



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2019-3-70-73>
УДК 621.74.043.2

Поступила 17.06.2019
Received 17.06.2019

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СОСТАВОВ СМАЗОК ДЛЯ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

А. М. МИХАЛЬЦОВ, Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь, пр. Независимости, 65. E-mail: michaltsov@tut.by,

А. А. ПИВОВАРЧИК, А. А. СКАСКЕВИЧ, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, г. Гродно, Беларусь, ул. Ожешко, 22. E-mail: piwchik21@tut.by, askas@grsu.by

Приведены требования, предъявляемые к смазке, используемой при литье под давлением цветных сплавов и полимерных материалов. Представлены методика проведения исследований по определению смазывающей способности материалов, а также результаты исследования смазывающей способности материалов, используемых при разработке составов смазки для литья цветных сплавов и полимерных изделий методом литья под давлением. Показано, что использование исследуемых материалов позволяет снизить усилие извлечения металлического стержня из отливки в 4,5–8,9 раз. Установлено, что в качестве материалов, используемых для разработки состава смазки для литья цветных сплавов и полимерных изделий методом литья под давлением, целесообразно применять вазелин и фус (побочный продукт переработки растительных масел). Смазывающая способность указанных материалов в среднем на 28,8–51,2% выше, чем аналогичный показатель у других исследуемых смазочных материалов.

Ключевые слова. Смазка, силиконы, нефтепродукты, мылосток, фус, минеральное масло, литье под давлением, пресс-форма.
Для цитирования. Михальцов, А. М. Перспективные материалы, используемые при разработке составов смазок для литья под давлением / А. М. Михальцов, А. А. Пивоварчик, А. А. Скаскевич // Литье и металлургия. 2019. № 3. С. 70–73. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2019-3-70-73>.

ADVANCED MATERIALS USED FOR DEVELOPMENT OF LUBRICATED COMPOSITIONS FOR DIE CASTING

A. M. MIKHALTSOV, Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus, 65, Nezavisimosti ave. E-mail: michaltsov@tut.by,

A. A. PIVOVARCHYK, A. A. SKASKEVICH, Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno City, Belarus, 22, Ozheshko str. E-mail: piwchik21@tut.by, askas@grsu.by

The article presents the requirements for the lubricants used in die casting of non-ferrous alloys and polymer materials. The methodology for conducting research to determine the lubricating properties of materials, as well as the results of studies of the lubricating qualities of materials used in the development of lubricant compositions for die casting of non-ferrous alloys and polymer products are presented. It is shown that the use of the materials researched under study reduces the effort to extract the metal rod from the casting by 4.5–8.9 times. It has been established that it is advisable to use petroleum jelly and fus (by-product of vegetable oil) as materials used to develop the composition of a lubricant for die-casting non-ferrous alloys and polymer products. The lubricity of these materials is, on average, 28.8–51.2% higher than that of other lubricants studied.

Keywords. Lubricant, silicones, petroleum products, soap stock, fus (by-product of vegetable oil), mineral oil, die casting, mold.
For citation. Mikhaltsov A. M., Pivovarchyk A. A., Skaskevich A. A. Advanced materials used for development of lubricated compositions for die casting. Foundry production and metallurgy, 2019, no. 3, pp. 70–73. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2019-3-70-73>.

Введение

В настоящее время приоритетными задачами, стоящими перед металлургическими и машиностроительными отраслями промышленности, являются повышение качества и создание конкурентоспособной литейной продукции.

Литье под давлением (ЛПД) является одним из наиболее производительных способов получения точных литых деталей и заготовок из цветных сплавов и полимерных материалов с качественной по-

верхностью. Отливки из цветных металлов и их сплавов, полимеров, изготавливаемые ЛПД, имеют сложную конфигурацию и, как правило, содержат всевозможные внутренние полости и отверстия, которые выполняют с помощью металлических стержней. В момент извлечения отливки из пресс-формы в зоне контакта стержня и отливки возникают силы трения, обусловленные обжатием стержня затвердевающей отливкой, которые приводят к образованию задиров на поверхности отливки. Для предотвращения образования задиров на теле отливки необходимым условием является использование технологических смазок, позволяющих беспрепятственно извлекать отливки из пресс-формы. Кроме того, использование смазки при ЛПД цветных сплавов позволяет регулировать тепловой режим работы пресс-формы, газосодержание в отливках, а также способствует автоматизации технологического процесса ЛПД [1–8].

В свою очередь, использование смазки при ЛПД изделий из полимеров позволяет уменьшить деструкцию полимерного материала в процессе литья, снижает расход полимерного сырья и обеспечивает его экономию, повысить производительность литья, увеличивает долговечность литьевых форм и продлевает срок службы рабочих узлов литьевого оборудования (шнека и материального цилиндра [3]).

В качестве смазывающих материалов, используемых при разработке составов смазок для ЛПД, обычно в большинстве случаев выступают растительные и животные жиры, минеральные и синтетические масла, побочные продукты переработки нефти, горный воск, сложные эфиры жирных одноосновных кислот (C12–28) и спиртов (многоатомных или высокомолекулярных одноатомных), амиды жирных одноосновных кислот (C12–28), синтетические полиэтиленовые воски (низкомолекулярный PE), соли жирных кислот, кремнийорганические жидкости [1–10].

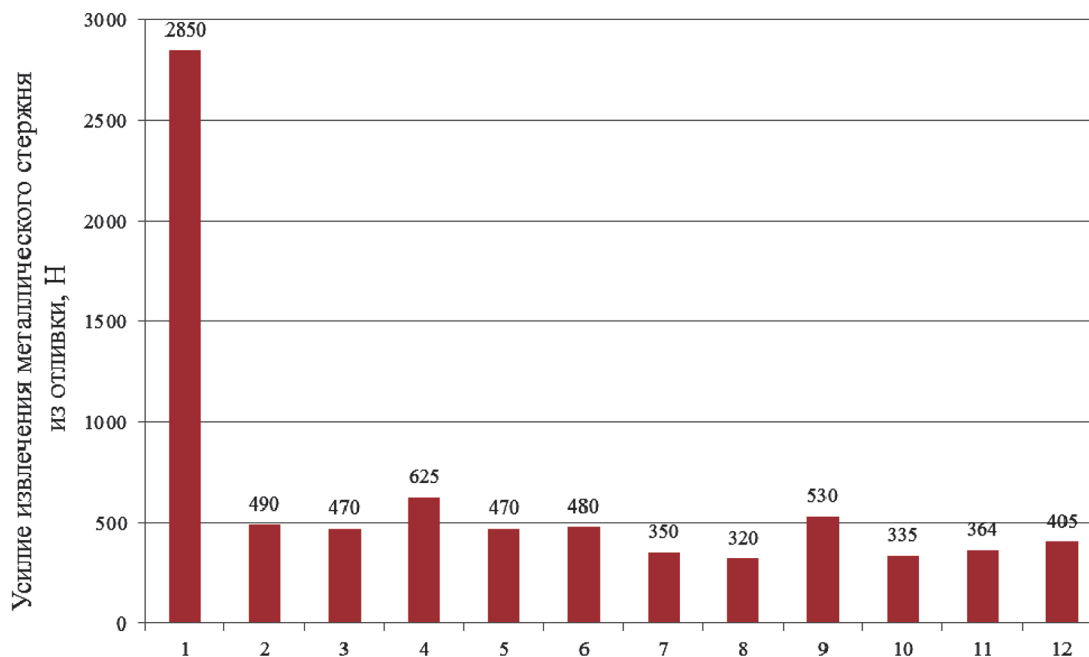
Современные смазки для пресс-форм ЛПД при изготовлении полимерных изделий в зависимости от характера действия и совместимости с основным полимером условно принято подразделять на три группы. К первой группе относят так называемые внутренние смазки, термодинамически совместимые с полимером. Внутренняя смазка и полимер в этом случае являются взаиморастворимыми, а при их смешении смазка хорошо совмещается с полимером с образованием однофазной системы. Ко второй группе относят внешние смазки. Внешние смазки, термодинамически не совместимые с полимером, имеют низкое сродство с полимером и практически не растворяются в нем, поэтому при их смешении образуется двухфазная или многофазная система. К третьей группе относят смазки комбинированного (внутренне-внешнего) действия, которые обладают свойствами как совместимых, так и несовместимых смазок [3].

Следует отметить, что практически ко всем технологическим смазкам, используемым в технологическом процессе ЛПД, предъявляются схожие требования по их свойствам. Смазки должны обладать высокой смазывающей и разделяющей способностью, высокой эрозионной устойчивостью и термостабильностью, экологичностью, низкой газотворной способностью, невысокой стоимостью, возможностью механизированного нанесения на поверхность пресс-формы [1–14].

Целью настоящей работы является исследование смазывающих свойств различных материалов, используемых при разработке многофункционального состава смазки, который применяется при ЛПД цветных сплавов, а также полимерных изделий.

Методика проведения экспериментов. Смазывающую способность материалов, традиционно используемых в составах смазок и вновь предлагаемых выбранных материалов, оценивали по усилию извлечения металлического стержня из кокильной отливки. Исследуемый материал наносили на рабочую поверхность стержня методом однократного окунания. Перед окунанием в исследуемый материал экспериментальный стержень с технологическим уклоном 1° и шероховатостью поверхности $0,16 R_a$ прогревали в сушиле до температуры 220°C , что соответствует рабочей температуре пресс-формы. Затем стержень устанавливали в специально изготовленный и закрепленный на станине металлический кокиль, после чего производили заливку расплавленного сплава марки АК12М2 в кокиль. Время выдержки отливки в кокиле составляло 15 с. После этого стержень извлекали вместе с обжимающей его отливкой и устанавливали в специальную оснастку, расположенную на разрывной машине мод. РМ-5. После включения оборудования на шкале разрывной машины фиксировали усилие, затраченное на извлечение стержня из кокильной отливки. При проведении экспериментов осуществляли периодическую замену металлических стержней с целью исключения влияния параметров шероховатости поверхности вследствие образования на поверхности стержня задира.

В качестве исследуемых материалов выступали растительное масло, олеиновая кислота, мылосток, масло Вапор, гидрофобизатор калийный, озокерит, силиконовая жидкость, жировой гудрон, фус, глицерин, вазелин.



Исследование смазочной способности материалов, используемых при разработке смазок для литья цветных сплавов и полимерных изделий методом литья под давлением: 1 – без смазочного материала; 2 – гидрофобизатор калийный; 3 – масло Вапор; 4 – жировой гудрон; 5 – растительное масло; 6 – олеиновая кислота; 7 – мылосток; 8 – вазелин; 9 – силиконовая жидкость; 10 – фус; 11 – глицерин; 12 – озокерит

Результаты исследований и их обсуждение. Из рисунка видно, что использование исследуемых материалов позволяет снизить усилие извлечения металлического стержня из отливки в 4,5–8,9 раз по сравнению с условием проведения экспериментов, когда смазывание стержня не производилось. Установлено, что наилучшей смазывающей способностью обладают вазелин и фус, при этом усилие извлечения стержня из отливки составляет 320 и 335 Н соответственно.

Худший результат получен при использовании таких материалов, как жировой гудрон (625 Н) и силиконовая жидкость (530 Н) (см. рисунок). Полученный результат можно объяснить тем, что в составе жирового гудрона присутствуют твердые органические частицы, образующиеся в процессе обработки животного жира. В свою очередь, силиконовая жидкость, по-видимому, обладает более высокой кроющей способностью, что связано с высокой вязкостью данного материала. Следует отметить, что при использовании мылостока, глицерина и озокерита в качестве исследуемых материалов усилие извлечения стержня уменьшается в 8,1–7,0 раза. Промежуточные значения получены при использовании гидрофобизатора калийного, масла Вапор, растительного масла и олеиновой кислоты, при этом усилие извлечения стержня снижается в 5,8–6,0 раз, что свидетельствует о практически идентичной смазывающей способности данных материалов.

Выводы

Установлено, что в качестве материалов, используемых для разработки состава смазки для литья цветных сплавов и полимерных изделий, целесообразно использовать вазелин и фус. Смазывающая способность указанных материалов в среднем на 28,8–51,2% выше, чем аналогичный показатель у других исследуемых смазочных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михальцов А. М., Розум В. А., Пивоварчик А. А. Водоэмульсионные смазки для пресс-форм литья под давлением // Литье и металлургия. 2005. № 4. С. 104–106.
2. Пивоварчик А. А., Михальцов А. М. Смываемость разделительных покрытий при изготовлении отливок из алюминиевых сплавов методом литья под давлением // Литье и металлургия. 2018. № 1. С. 78–83.
3. Калинин Э. Л., Саковцева М. Б. Эффективное литье под давлением полимерных материалов со смазками // Полимерные материалы. 2014. № 7. С. 14–26.
4. Пивоварчик Е. В., Михальцов А. М. Смазка для изготовления песчано-смоляных стержней по нагреваемой оснастке // Литье и металлургия. 2018. № 1. С. 69–74.
5. Михальцов А. М., Пивоварчик А. А., Суббота А. А. Газотворность разделительных покрытий для пресс-форм литья алюминиевых сплавов под давлением // Литье и металлургия. 2010. № 4. С. 85–89.

6. Михальцов А. М., Пивоварчик А. А., Розум В. А. Разработка водоэмульсионных смазок для пресс-форм литья под давлением // Литейное производство. 2006. № 3. С. 15–16.
7. Михальцов А. М., Пивоварчик А. А., Слепнева Л. М. Разработка комплексного компонента на основе кремнийорганических полимеров для пресс-форм литья под давлением // Литье и металлургия. 2008. № 1. С. 129–133.
8. Пивоварчик А. А., Слепнева Л. М., Розум В. А. Разработка разделительных покрытий на основе кремнийорганических материалов для пресс-форм литья под давлением // Литейщик России. 2007. № 1. С. 36–40.
9. Михальцов А. М., Пивоварчик А. А., Дятловский С. К. Материалы разделительных покрытий пресс-форм литья алюминиевых сплавов под давлением // Литейщик России. 2012. № 7. С. 38–40.
10. Пивоварчик А. А., Михальцов А. М. Формирование слоя разделительного покрытия на поверхности пресс-формы при литье под давлением // Литье и металлургия. 2015. № 1. С. 62–65.
11. 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.
12. Михальцов А. М., Пивоварчик А. А. Эрозионная стойкость смазок при изготовлении отливок из алюминиевых сплавов методом литья под давлением // Литье и металлургия. 2008. № 2. С. 47–51.
13. Михальцов А. М., Пивоварчик А. А. Исследование адгезионной способности смазок на основе кремнийорганических полимеров для литья под давлением алюминиевых сплавов // Литейщик России. 2007. № 7. С. 11–13.
14. Михальцов А. М., Пивоварчик А. А. Накопление разделительных покрытий на рабочей поверхности технологической оснастки при литье под давлением алюминиевых сплавов // Металлургия: Респ. межвед. сб. науч. тр. Минск: БНТУ, 2007. № 31. С. 179–189.

REFERENCES

1. Mikhaltsov A. M., Rozum V. A., Pivovarchyk A. A. Vodojemul'sionnye smazki dlja press-form lit'ja pod davleniem [Water emulsion lubricants for injection molding molds]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2005, no. 4, pp. 104–106.
2. Pivovarchyk A. A., Mikhaltsov A. M. Smyvaemost' razdelitel'nyh pokrytij pri izgotovlenii otlivok iz aljuminievyh splavov metodom lit'ja pod davleniem [Washability of separation coatings in the manufacture of castings from aluminum alloys by injection molding]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2018, no. 1, pp. 78–83.
3. Kalinchev E. L., Sakovtseva M. B. Jeffektivnoe lit'e pod davleniem polimernyh materialov so smazkami [Effective injection moulding of polymer materials with lubricants]. *Polimernye materialy = Polymer materials*, 2014, no. 7, pp. 14–26.
4. Pivovarchyk E. V., Mikhaltsov M. A. Smazka dlja izgotovlenija peschano-smoljanyh sterzhnej po nagrevaemoj osnastke [Lubricants for the manufacture of sand-smoothed rods by hydraulic tooling]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2018, no. 1, pp. 69–74.
5. Mikhaltsov A. M., Pivovarchyk A. A., Subbota A. A. Gazotvornost' razdelitel'nyh pokrytij dlja press-form lit'ja aljuminievyh splavov pod davleniem [Gasification of separation coatings for die-casting molds of aluminum alloys under pressure]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2010, no. 4, pp. 85–89.
6. Mikhaltsov A. M., Pivovarchyk A. A., Rozum V. A. Razrabotka vodojemul'sionnyh smazok dlja press-form lit'ja pod davleniem [Development of water-based lubricants for injection molds]. *Litejnoe proizvodstvo = Foundry production*, 2006, no. 3, pp. 15–16.
7. Mikhaltsov A. M., Pivovarchyk A. A., Slepeva L. M. Razrabotka kompleksnogo komponenta na osnove kremnijorganicheskikh polimerov dlja press-form lit'ja pod davleniem [Development of a complex component based on organosilicon polymers for injection molds]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2008, no. 1, pp. 129–133.
8. Pivovarchyk A. A., Slepeva L. M., Rozum V. A. Razrabotka razdelitel'nyh pokrytij na osnove kremnijorganicheskikh materialov dlja press-form lit'ja pod davleniem [Development of separation coatings on the basis of organosilicon materials for die-casting molds]. *Litejshhik Rossii = Russian foundrymen*, 2007, no. 1, pp. 36–40.
9. Mikhaltsov A. M., Pivovarchyk A. A., Dyatlovsky S. K. Materialy razdelitel'nyh pokrytij press-form lit'ja aljuminievyh splavov pod davleniem [Materials of separation coatings of die-casting molds of aluminum alloys under pressure]. *Litejshhik Rossii = Russian foundrymen*, 2012, no. 7, pp. 33–40.
10. Pivovarchyk A. A., Mikhaltsov A. M. Formirovanie sloja razdelitel'nogo pokrytija na poverhnosti press-formy pri lit'e pod davleniem [Forming a layer of the separation coating on the surface of the mold during injection molding]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2015, no. 1, pp. 62–65.
11. Mikhaltsov A. M., Pivovarchyk A. A. Issledovanie adgezionnoj sposobnosti smazok na osnove kremnijorganicheskikh polimerov dlja lit'ja pod davleniem aljuminievyh splavov [Study adhesiveness greases based on silicone polymers for injection molding of aluminum alloys]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2007, no. 1, pp. 131–134.
12. Mikhaltsov A. M., Pivovarchyk A. A. Jerozionnaja stojkost' smazok pri izgotovlenii otlivok iz aljuminievyh splavov metodom lit'ja pod davleniem [Erosion resistance of lubricants in the manufacture of castings from aluminum alloys by injection molding]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2008, no. 2, pp. 47–51.
13. Mikhaltsov A. M., Pivovarchyk A. A. Issledovanie adgezionnoj sposobnosti smazok na osnove kremnijorganicheskikh polimerov dlja lit'ja pod davleniem aljuminievyh splavov [Investigation of the adhesiveness of lubricants based on organosilicon polymers for die casting of aluminum alloys]. *Litejshhik Rossii = Foundry production*, 2007, no. 7, pp. 11–13.
14. Mikhaltsov A. M., Pivovarchyk A. A. Nakoplenie razdelitel'nyh pokrytij na rabochej poverhnosti tehnologicheskoy osnastki pri lit'e pod davleniem aljuminievyh splavov [Accumulation of separation coatings on the working surface of the tooling when casting aluminum alloys under pressure]. *Metallurgija: Respublikanskij mezhdovedstvennyi sbornik nauchnyh trudov = Metallurgy: Republican interdepartmental collection of scientific works*, Minsk, BNTU Publ., 2007, vyp. 31, pp. 179–189.