

УДК 621.74.043

Снижение негативного воздействия на окружающую среду смазочных материалов пресс-форм при литье под давлением алюминиевых сплавов

Зарубина Ольга Александровна
Зарубин Александр Михайлович

zarubinaoa@bmstu.ru
zarubinam@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Проанализированы данные о способах сокращения выбросов в окружающую среду вредных веществ от компонентов, входящих в состав смазочных материалов для пресс-форм литья под давлением, разрабатываемых как в настоящее время, так и о тех, которые предлагались ранее, но были не по праву «забыты». Рассмотренные подходы связаны как с изменением компонентного состава смазки, так и с применением постоянных покрытий пресс-форм и использованием специальных технологий нанесения смазочных материалов. Наибольшее внимание, по мнению авторов, заслуживает разработка специальных постоянных покрытий формообразующих поверхностей технологической оснастки, которая позволяет отказаться от разовых смазочных материалов, а также технология смазывания закрытой пресс-формы, которая помимо экологических, обладает целым рядом и других преимуществ.

Ключевые слова: выбросы в окружающую среду, литье под давлением, смазывание пресс-форм, смазочные материалы, постоянные покрытия, химический состав смазки, газотворность, высокодисперстный аэрозоль, закрытое состояние пресс-формы

The status of the issue of reducing the negative environmental impact of lubricants use in high pressure die casting aluminum alloy

Zarubina Ol'ga Alexandrovna
Zarubin Alexandr Mihailovich

zarubinaoa@bmstu.ru
zarubinam@bmstu.ru

BMSTU, Moscow, Russia

Abstract. Information is provided on ways to reduce emissions of harmful substances into the environment from the components of lubricant used in the injection molding shop, both developed by modern researchers and those that were proposed earlier, but were not right fully “forgotten”. The considered approaches are related to changes in the component composition of the lubricant; the use of permanent mold coatings; and the use of special lubrication technologies. According to the authors, the development of special permanent coatings for tooling deserves the most attention, which makes it possible to eliminate single-use lubricants, as well as the technology of lubrication of a closed mold, which, in addition to environmental advantages, has other advantages.

Keywords: environmental pollution, die casting, mold lubrication, gas content of separation coatings, highly dispersed aerosol, closed mold condition

Введение. Использование смазочных материалов при литье под давлением с целью уменьшения трения и «прилипаемости» сплавов на основе алюминия к поверхности пресс-формы, стабилизации температурного режима оснастки, также приводит к загрязнению атмосферы цеха вредными для здоровья человека веществами. Накапливаясь в системе вентиляции, они снижают пожаробезопасность производства, а кроме этого, приводят к загрязнению сточных вод. Уменьшение антропогенного воздействия является одной из приоритетных задач, стоящих перед инженерами литейщиками наряду с повышением качества и конкурентноспособности литых заготовок и деталей. Целью настоящей работы являлось изучение имеющейся на данный момент информации по уменьшению негативного влияния на биосферу смазочных материалов литья под давлением.

Материалы и методы. В данном исследовании были использованы публикации из научно-технических журналов, материалы конференций, патенты и другие источники, как на русском, так и на английском языках, поиск которых осуществлялся посредством научной электронной библиотеки Elibrary.ru и платформ GoogleScholar и SpringerLink.

Результаты. Предлагаемые способы решения рассматриваемой проблемы можно разделить на следующие группы:

- изменение химического состава смазки;
- применение постоянных покрытий;
- выполнение операции смазывания при закрытом состоянии пресс-формы и других специальных технологий нанесения.

Также имеется информация об исследованиях, ориентированных на уменьшение толщины смазочного слоя, продолжительности его нанесения и других особенностях технологии смазывания.

Обсуждение полученных результатов. В настоящее время как отечественными, так и зарубежными исследователями проводится поиск составов снижающих канцерогенное и другие негативные воздействия смазок, используемых в цехах литья под давлением. Так, например, в Испании были предложены эмульсионные смазочные материалы, в которых минеральные масла были заменены более экологически привлекательными маслами на основе сложных эфиров [1]. На сегодняшний день высокая стоимость препятствует их широкому использованию для смазывания пресс-форм.

Белорусскими исследователями разработано покрытие, в котором основным компонентом является полиметилсилокс. Подтверждена его высокая безопасность с точки зрения санитарных и экологических норм [2, 3]. И.В. Гейко с соавторами выделяют отечественную смазку Формопресс 2П, в парах которой зарегистрировано меньшее содержание такого вредного компонента как бензопирен [4]. Существует мнение, что меньшую опасность для окружающей среды представляют твердые смазки, которые в тоже время обладают и пониженной газотворностью [5]. Однако стоит обратить внимание на то, что в процессе нанесения водоэмульсионной смазки происходит дополнительное охлаждение пресс-формы, что исключается при использовании

смазки твердого типа. Вместе с тем, технология нанесения твердых материалов требует дорогого оборудования, что сдерживает ее широкое применение.

Ведутся разработки и биоразлагаемых разделительных составов [6]. С целью устранения необходимости использования органических смазочных материалов при литье под давлением, американскими исследователями были изучены антиадгезионные свойства различных постоянных покрытий [7]. Исследования проводились по специально разработанной методике, которая подразумевала испытание на разрыв соединения между пробным образцом, представляющим собой пластину, выполненную из сплава H13¹ и закристаллизовавшемся на его поверхности цилиндрическим слитком из алюминиевого сплава. Из двенадцати исследуемых покрытий наилучший результат (отсутствие «прилипаемости») показал материал AlCrN, нанесенный методом катодно-дугового осаждения. Для него были проведены дополнительные заводские испытания. После сорока заливок качественные отливки извлекались из несмазанной пресс-формы без затруднений.

Сотрудниками лаборатории литья под давлением МГТУ им. Н.Э. Баумана в 80-е годы была разработана технология смазывания пресс-форм в закрытом состоянии [8]. Она подразумевает нанесение смазочного материала в состоянии высокотемпературного пара, которое осуществляется в результате испарения в камере прессования с зеркала расплава распыленной форсункой смазки, дальнейшего перетекания образовавшихся парообразных продуктов в рабочую полость пресс-формы и их конденсации на рабочих поверхностях. Эта технология позволяет снизить вредные выбросы компонентов смазки в атмосферу цеха и сточные воды, а кроме того, уменьшить расход данного материала сократить продолжительность производственного цикла, исключить применение периферийного оборудования такого, как манипуляторы-смазчики.

В НГТУ им. Р.Е. Алексеева велись разработки по совершенствованию кислородного процесса литья под давлением, позволяющего минимизировать и загрязнение атмосферы цеха смазочными продуктами. И.О. Леушиным и Д.О. Моисеевым предлагалось «продувать» камеру прессования и рабочую полость формы кислородосодержащей пеной, в состав которой входили пероксид водорода, ПАВ, СОЖ, количество которого было существенно сокращено, и вода [9]. К сожалению, информации о внедрении данной технологии на литейных предприятиях ограничена.

Заключение. Из рассмотренных в данной работе путей улучшения экологической ситуации в цехе литья под давлением можно выделить постоянные покрытия, которые позволяют исключить применение разовых смазочных материалов и технологию смазывания пресс-формы в закрытом состоянии, которая прошла промышленные испытания и помимо экологических обладает и рядом других преимуществ.

¹ Испытанию подвергались пластины без покрытия и пластины с защитным слоем.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Cuadrado N. et al. Ester-Based Lubricant and Anti-Leiden frost Additive Solutionson Aluminum High-Pressure Die-Casting Applications. *Lubricants*, 2025, vol. 13 (1), art. no. 32.
- [2] Пивоварчик А.А., Михальцов А.М., Тишкова Я.И. Разработка состава смазки для литья под давлением алюминиевых сплавов. *Литейное производство*, 2020, № 8, с. 13–16.
- [3] Михальцов А.М., Пивоварчик А.А., Панасюгин А.С. Исследование экологической безопасности смазок для литья под давлением алюминиевых сплавов. *Литье и металлургия*, 2008, № 1 (45), с. 133–135.
- [4] Гейко И.В. и др. Экологическая безопасность смазок для литья под давлением. *Актуальные проблемы экологии и охраны труда. VII Междунар. науч.-практ. конф.: сб. ст.* Курск, Юго-Западный государственный университет, 2015, с. 249–253.
- [5] Brown M.D. Carrier-Free Die Casting Lubricants. *Encyclopedia of Tribology*. Boston, MA, Springer US, 2013, pp. 306–311. https://doi.org/10.1007/978-0-387-92897-5_934
- [6] Parsiegla Dr.G. Разработка составов водоразбавляемых разделительных смазок для облегчения их выделения из сточных вод. URL: <http://www.ruscastings.ru/work/168/2130/2968/4922> (дата обращения 05.05.2025).
- [7] Wangetal B. Method to evaluate the adhesion behavior of aluminum-based alloys on various materials and coatings for lube-free die casting. *Journal of Materials Processing Technology*, 2016, vol. 237, pp. 386–393.
- [8] Зарубин А.М., Зеленов В.Н., Степанов Ю.А. Смазывание пресс-форм в закрытом состоянии при литье под давлением алюминиевых сплавов. *Автоматизация и прогрессивная технология литья под давлением*. Москва, Изд-во Знание, 1984, с. 105–109.
- [9] Моисеев Д.О., Леушин И.О. Развитие «Кислородного» процесса литья под давлением алюминиевых сплавов. *Теория и технология металлургического производства*, 2011, № 11, с. 123–127.