

**ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИПРИГАРНЫХ СВОЙСТВ ПОКРЫТИЙ
ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ПРЕСС-ФОРМ МАШИН ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ЦИНКОВЫХ
СПЛАВОВ**

Леванцевич М.А., Максимченко Н.Н., Пилипчук Е.В., Юреть Е.Л.

*Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси,
г. Минск, Беларусь, levancev@mail.ru*

Введение. Повышение конкурентоспособности продукции машиностроительного комплекса Республики Беларусь невозможно без высокоэффективного действующего литейного производства. Литье под давлением (ЛПД) цветных и черных металлов и сплавов достаточно давно и широко используется в современном машиностроении [1–4]. Данный способ литья позволяет получать отливки, в высокой степени приближенные по форме и размерам к готовому изделию, что способствует значительному снижению материалоемкости и трудоемкости механической обработки, а, следовательно, и себестоимости готового изделия. Однако одной из главных проблем способа ЛПД является сравнительно невысокая эксплуатационная стойкость используемых пресс-форм, которая в большинстве случаев не обеспечивает требуемое ГОСТ 19946-74 количество запрессовок $N > 25000$ [1, 2, 4–6]. Основными причинами выхода из строя деталей пресс-форм, например, при литье алюминиевых сплавов, являются: термическая усталость материала пресс-формы, которая приводит к образованию сетки разгара; гидродинамический износ; пригар (приваривание материала расплава к рабочей поверхности формы с последующим отрывом вместе с частью основного металла при извлечении отливки) [1, 5, 6].

Для повышения стойкости пресс-форм используют различные способы поверхностной обработки деталей пресс-форм: объемную упрочняющую и химико-термическую обработку (азотирование, цианирование, фосфатирование, сульфатирование, алитирование и т.п.), формирование внешних защитных органических и неорганических покрытий [1,7,8]. Однако, использование термодиффузионных покрытий, ионного имплантирования, специальных методов наплавки и напыления отличается высокими трудоемкостью и стоимостью обработки, необходимостью в специальном оборудовании, зачастую также дорогостоящем. Органические защитные покрытия на основе смазочных материалов, эмульсий, солей и др. также широко используют для повышения стойкости пресс-форм, однако выбор рациональных составов подобных покрытий является чрезвычайно сложной задачей, решаемой только частично, что обусловило появление большого количества неэффективных смазок. Кроме того, большинство противопригарных покрытий в настоящее время импортируется на рынок Беларуси. Однако даже при высокой цене поставки по различным причинам они зачастую не обеспечивают необходимую чистоту поверхности отливок.

В связи с вышесказанным актуальной становится задача выбора способа формирования и вида защитного покрытия рабочих поверхностей деталей пресс-форм машин литья под давлением с целью повышения их стойкости и последующего создания в Беларуси собственного централизованного производства противопригарных покрытий.


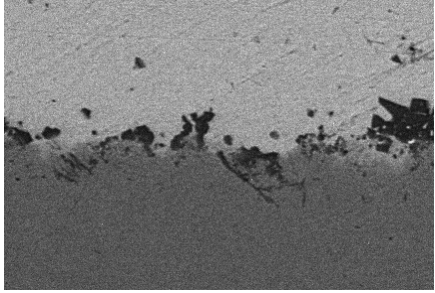
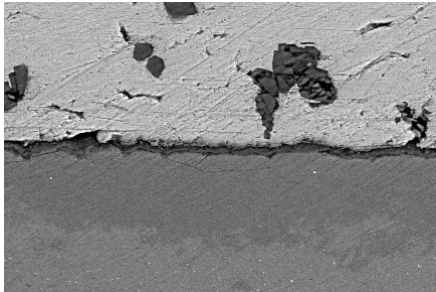
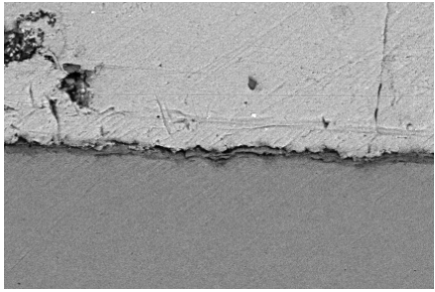
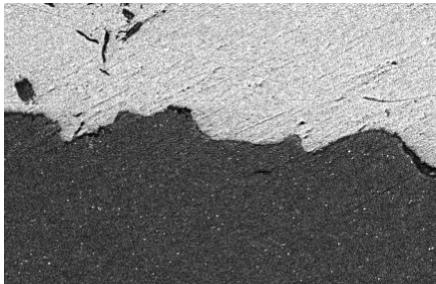
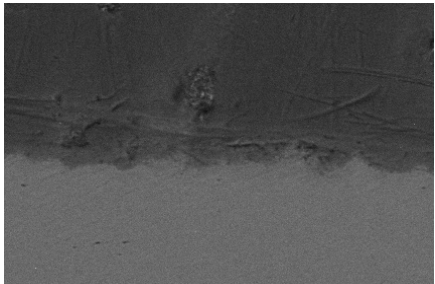
Цель исследований заключалась в экспериментальной оценке антипригарных свойств покрытий, сформированных методом электродеформационного плакирования гибким инструментом (ЭДПГИ) [9], при их взаимодействии с жидким расплавом цинкового сплава ЦА4М1.

Методика исследований. Для испытания применяли образцы цилиндрической формы (ролики), изготовленные из стали 4Х5ВФСГ (ГОСТ 5950-2000), объемной закалки (HRC 38–42). При этом образцы разделили на две группы: 1) без последующего азотирования поверхности; 2) с последующим азотированием поверхности на глубину 0,15–0,2 мм до HRC 56–60. На боковые поверхности роликовых образцов обеих групп методом ЭДПГИ наносили покрытия из композиционных материалов на основе титана FT 1, твердого сплава ВК 8, а также меди, легированной нитридом бора Cu+NB.

Оценку антипригарных свойств покрытий проводили в расплаве цинкового сплава ЦА4М1, разогретом до температуры 480°C в печи SNOL 7.2/1300. В контейнер с расплавом погружали экспериментальные образцы (до середины высоты образцов), после чего контейнер с образцами помещали в печь и выдерживали в течение 6 часов. После этого экспериментальные образцы извлекали из контейнера с жидким расплавом и охлаждали на открытом воздухе без дополнительных средств.

Результаты испытаний. Визуальный осмотр образцов, извлеченных из расплава, не выявил значительных отличий в антипригарных свойствах испытываемых покрытий, однако металлографические исследования поперечных шлифов образцов позволили выявить их различия (таблица).

Таблица – Поперечные микрошлифы образцов с покрытием после выдержки в расплаве в течение 6 часов

Материал покрытия	Неазотированная основа	Азотированная основа
FT 1		
ВК 8		
Cu+NB		

Исследование микрошлифов срезов по цилиндрической поверхности образцов показало, что покрытие на основе твердого сплава ВК 8, нанесенное как на азотированную, так и на неазотированную поверхность, способствует формированию зоны раздела «основа – покрытие», которая является своеобразным защитным барьером, предотвращающим привар материала жидкого расплава к поверхности экспериментальных образцов. Это способствует повышению устойчивости к возникновению поверхностных дефектов в виде приваров, задигов, а, следовательно, и повышению ресурса деталей пресс-форм и качества выпускаемых отливок.

Зона раздела, которая сформировалась на образцах с азотированной и неазотированной поверхностью с покрытием из материала на основе титана FT 1, а также из меди, легированной нитридом бора $Cu+NB$, отличается размытостью и локальной диффузией цинкового сплава в поверхность материала образцов, что свидетельствует о слабых защитных свойствах указанных покрытий.

Таким образом, на основании результатов эксперимента можно заключить, что покрытие из твердого сплава ВК 8, сформированное методом ЭДПГИ, обладает хорошими защитными свойствами к привару материала расплава цинкового сплава ЦА4М1 и может быть рекомендовано к применению при изготовлении деталей пресс-форм машин литья под давлением.

Литература:

1 Горюнов, И.И. Пресс-формы для литья под давлением. Справочное пособие / И.И. Горюнов. – Л.: Машиностроение, 1973. – 256 с.

2 Литье под давлением / Беккер М.Б. [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990.- 399 с.

3 Цветное литье: Справочник / Н.М. Галдин [и др.]; Под общ. ред. Н.М. Галдина. – М.: Машиностроение, 1989. – 528 с.

4 Денисов, П.Ю. Взаимодействие сплавов алюминия с материалом пресс-форм и функциональными покрытиями / П.Ю. Денисов: Автореф. ... канд. техн. наук: 05.02.01. – Тюмень, 2005. – 16 с.

5 Жуков, А.А. Особенности термоусталостного разрушения штамповых сталей 3Х2В8Ф и 4Х5МФС в условиях эксплуатации пресс-форм литья под давлением / А.А. Жуков, А.Д. Постнова, Ю.В. Рябов // *Металловедение и термическая обработка металлов*. – 1994. – № 4. – С. 34–37.

6 Мичев, В. Стойкость сталей в расплавленном алюминиевом сплаве / В. Мичев, Б. Соколянский, Ц. Каменова // *Металловедение и термическая обработка металлов*. – 1986. – № 2. – С. 44–48.

7 Илларионов, И.Е. Методы повышения стойкости деталей машин и форм литья под давлением / И.Е. Илларионов, В.Е. Федоров // *Литейное производство*. – 1995. – № 4–5. – С. 49–50.

8 Охрименко, Я.М. Защитно-смазочные покрытия и смазочно-охлаждающие жидкости / Я.М. Охрименко, Ю.В. Смирнова, Д.В. Юхтанов. – М.: Машиностроение, 1983. – 64 с.

9 Леванцевич, М.А. Формирование покрытий деформационным плакированием с подачей электрического напряжения / Леванцевич М.А. [и др.] // *Перспективные материалы и технологии* : сб. статей Междунар. симпозиума, Витебск, 22–26 мая 2017 г. в 2-х ч. / УО «ВГТУ»; под ред. В.В. Рубаника. – Витебск : УО «ВГТУ», 2017.– Ч. 1. – С. 183–186.