

**3. Берч, Т.** Борьба с просечками при помощи впитывающих покрытий с активными ингредиентами. [Электронный ресурс] / Т Берч, М. Дж. Хаанепен // «Союз литье» информационный ресурс по литейному производству – Режим доступа: <https://lityo.com.ua/borba-s-prosechkami-pri-pomoshchi-vpityvayushchikh-pokrytij-s-aktivnymi-ingredientami> – дата доступа: 20.09.2019.

**4. Foundry coating composition:** pat. EP 2 364 795 A1 / Foseco international limited – Publ. date 14.09.2011, Bulletin 2011/37.

**5. Nwaogu, U.C.** Influence of New Sol-Gel refractory coating on the casting properties of cold box and furan cores for Grey cast iron. / U.C. Nwaogu, T. Poulsen // The Proceeding of 69<sup>th</sup> world Foundry Congress. – Hang Zhou, 2010. – P. 648–653.

**6. Laughlin, I.B.** Using Sol-Gel chemistry to Synthesize a Material with Properties Suited for chemical Sensing. Development and Implementation of a Materials Science Experiment for the Undergraduate Curriculum / I.B. Laughlin [at all] // Journal of chemical education – 2000. – № 1, – P. 77–84.

**7. Просечки** на поверхности чугунных отливок / О.С. Комаров [и др.] // Литье и металлургия. – 2018. – № 2. – С. 37–43.

*УДК 621.74:669.13*

**К.Э. БАРАНОВСКИЙ**, канд. техн. наук,  
**Ю.Н. МАНСУРОВ**, д-р техн. наук,  
**А.А. ЖУМАЕВ**,  
**П.Ю. ДУВАЛОВ**,  
**А.А. ГЕРАСИКОВА**,  
**Е.В. МИКИШКО** (БНТУ)

## **ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА РАБОТЫ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ИЗНОСОСТОЙКИХ ХРОМИСТЫХ ЧУГУНОВ**

Литые детали из износостойких хромистых чугунов (ИЧХ) широко используются в рабочих органах машин по переработке минерального сырья. Обычно такие детали работают в условиях интенсивного абразивного воздействия с перерабатываемыми материалами и быстро изнашиваются.

В настоящее время большинство деталей, взаимодействующих с абразивной средой, изготавливаются из износостойкого хромистого чугуна ИЧХ28Н2. Они изготавливаются литьем в разовые песчаные формы и используются в литом состоянии без термообработки. Обычно этот чугун применяют как износостойкий материал для работы в жидких коррозионных средах. В таких условиях он имеет высокую стойкость, но в условиях сухого абразивного воздействия износостойкость этого материала значительно ниже [1]. Кроме того, ИЧХ28Н2 имеет достаточно высокую стоимость из-за значительного содержания таких элементов как хром и никель.

Исходя из изложенного выше, актуальной является задача по разработке технологий литья, составов и режимов термообработки износостойких чугунов, имеющих более высокую износостойкость и более низкую стоимость.

Наиболее перспективными технологиями, позволяющими повысить эксплуатационные характеристики деталей из износостойких чугунов, являются методы литья в комбинированные формы и кокили [2]. Применение этих методов позволяет получать:

- более мелкую микроструктуру отливок;
- ориентированную карбидную фазу в направлении перпендикулярном износу;
- плотные без усадочных дефектов отливки, даже значительной толщины;
- отливки с более высокой твердостью при меньшем содержании легирующих элементов [3].

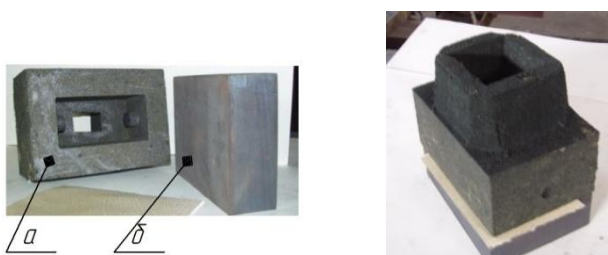
Условно отливки из ИЧХ можно разделить на три группы:

- к первой группе относятся мелкие отливки толщиной до 20 мм и отливки сложной формы, которые можно изготавливать только в земляных формах;
- ко второй группе относятся детали толщиной 20–50 мм, имеющих одну рабочую изнашиваемую поверхность;
- к третьей группе относятся детали толщиной более 50 мм и имеющие более одной рабочей поверхности.

Для получения деталей первой группы разработаны и прошли промышленное опробование эвтектические износостойкие чугуны, содержащие 16–20 % Сг и дополнительно легированные (Ni, Mn, Mo, V, W в суммарном количестве до 2 %). Отбойные плиты центробежных мельниц из этих сплавов, изготовленные в формах из

ХТС (холодно-твердеющей смеси), а затем закаленные на твердость 63–64 HRC при размоле кварцевого песка, показали ресурс работы до 8 раз выше, чем такие же детали из ИЧХ28Н2 [4].

Для изготовления более крупных деталей второй группы использование земляных форм не обеспечивает получение мелкой структуры и правильной ориентации карбидов. Поэтому для таких деталей используется технология литья в комбинированные формы. Верхняя часть комбинированной формы изготавливается из ХТС, а для получения рабочей поверхности отливки используется металлическая плита (рисунок 1).

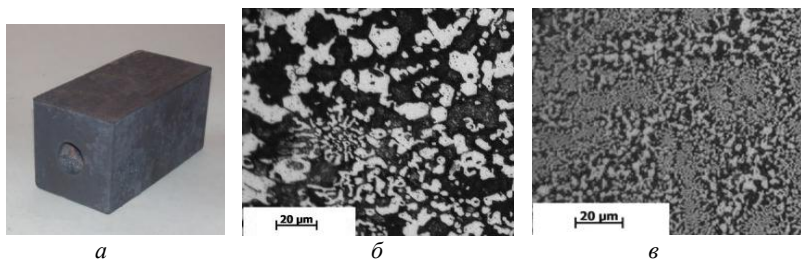


*а* – форма из ХТС; *б* – металлическая плита

Рисунок 1 – Комбинированная форма

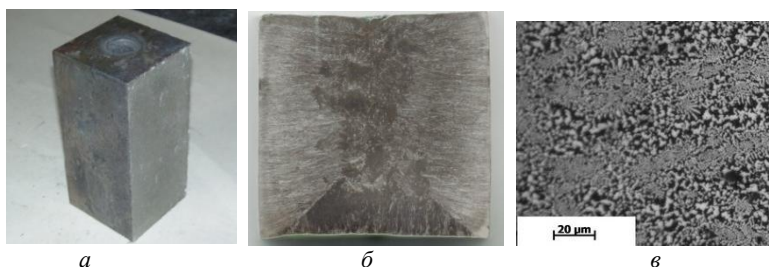
Часть отливки, затвердевшая на металлической плите, имеет твердость 57–62 HRC, а твердость частей затвердевших в контакте с ХТС составляет 52–54 HRC. Структуры зон отливок, затвердевших в контакте с ХТС и металлической частью формы, показаны на рисунке 2.

Получение мелкой структуры и высокой твердости для деталей третьей группы возможно только методом литья в кокиль. В этом случае твердость всех поверхностей отливки составляет 58–62 HRC. Размер карбидов при литье в кокиль (2–8 мкм) в 3–4 раза меньше, чем при литье в песчаную форму. При этом отливки имеют строго направленную перпендикулярно износу мелкую структуру на глубину 20–25 мм. Микро и макроструктуры отливки, изготовленной в кокиле, показаны на рисунке 3.



*a* – отливка; *б* – структура, полученная в песчаной части формы;  
*в* – структура, полученная на металлической части формы

Рисунок 2 – Отливка 2-й группы и ее структура



*a* – отливка; *б* – макроструктура,  $\times 1$ ; *в* – микроструктура,  $\times 500$

Рисунок 3 – Структура отливки 3-й группы

При литье в кокиль важным фактором является выбор химического состава чугуна. Недостаточное количество легирующих элементов приводит к образованию мягкой перлитной металлической матрицы, а их избыток – к матрице со стабильным аустенитом, имеющей невысокую твердость.

В настоящее время разрабатываются специальные хромистые сложнелегированные чугуны для литья в комбинированные формы и кокили, содержащие от 16 до 19 % Cr. Эти чугуны для литья в комбинированные формы дополнительно легируются Ni, Mn, Mo, V, W, а для литья в кокили – Mo, V, W.

На ПО «Навоийский машиностроительный завод» (г. Навои, Узбекистан) изготавливают отливки, полученные с помощью металлических холодильников (внутренних) из ИЧХ280Х29НЛ (рисунок 4).



*a* – внутренние холодильники

Рисунок 4 – Отливка «Башмак»

Ежемесячно изготавливается порядка 1200 шт. детали «Башмак» весом 45 кг для центробежных дробилок фирмы «Сетко» с применением внутренних холодильников, что позволяет повысить износостойкость на 20 %. Детали после литья проходят термообработку.

Проведенные исследования износостойкости деталей, полученных в металлических формах для центробежных дробилок производства НПО «Центр» (г. Минск, Республика Беларусь), показали аналогичное повышение износостойкости на 20–25 %.

Кроме использования металлических форм и холодильников одним из способов повышения износостойкости является термообработка ИЧХ. В основном это закалка на воздухе для получения мартенситной структуры. При этом ресурс работы термообработанных деталей увеличивается до 3 раз по сравнению с литыми.

Лучшие результаты по увеличению износостойкости показывает совместное использование технологии литья с применением металлических форм и последующей термической обработки.

### Список литературы

**1. Исследование** абразивно-коррозионной стойкости хромистых чугунов / Е.И. Рожкова [и др.] // Литейщик России. – 2005. – № 12. – С. 8–9.

**2. Исследование** затвердевания и охлаждения отливки из ИЧХ при литье в кокиль, песчаную и комбинированные формы / К.Э. Барановский [и др.] // Литье и металлургия. – 2010. – № 3, – С. 25–30.

**3. Барановский, К.Э.** Повышение ресурса работы деталей из износостойких хромистых чугунов оборудования по производству кирпича из глины и центробежных измельчителей / К.Э. Баранов-

ский, Э.Ф. Барановский, В.М. Ильюшенко // Литье и металлургия. – 2010. – № 3, С. 43–48.

**4. Барановский, К.Э.** Износостойкие литейные сплавы для деталей мельниц по размолу стекла / К.Э. Барановский, В.М. Ильюшенко // Центробежная техника – высокие технологии: материалы 3-й Междунар. науч.-техн. конф. – Минск, 2008. – С. 46–48.

*УДК 621.74*

**К.Э. БАРАНОВСКИЙ**, канд. техн. наук,  
**Е.В. РОЗЕНБЕРГ**,  
**Е.Л. ГУСАКОВСКИЙ**,  
**П.С. ШМАНЯЙ** (БНТУ)

### **СВЯЗУЮЩИЕ ДЛЯ КРАСОК, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ЛИТЬЯ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ**

В настоящее время для предприятий машиностроительного профиля Республики Беларусь в связи с возросшими требованиями по точности и качеству литья одним из перспективных способов получения отливок является литье по газифицируемым моделям. В сравнении с методом литья в песчаные формы окрашивание не только повышает качество отливок, защищая от их пригара, но и позволяет получить годные отливки, так как особенностью метода является то, что в песчаной смеси отсутствуют связующие компоненты, а внутренняя полость формы образуется в процессе выгорания полистирола под воздействием высоких температур заливаемого металла.

В состав красок на водной основе, кроме наполнителя, входит связующее, которое обеспечивает прочность к истиранию и вспомогательные компоненты (диспергаторы, пеногасители, загустители, ПАВ и др.), позволяющие краске обеспечивать следующие требования: хорошая адгезия при нанесении на поверхность полистирольной модели, низкая газотворность, высокая седиментационная устойчивость, равномерная толщина слоя по модели, включая отверстия и углы, хорошая кроющая способность [1].