



The peculiarities of production of massive wear-resisting castings and profile slugs for the details of important assignment are studied. It is offered to use economdoped antifriction cast irons and the ways of casting with intensive heat-exchange for creation of such castings.

М. А. САЙКОВ, В. С. ГРИЩЕНКО, РУП «Гомельский литейный завод «Центролит»,
В. М. КАРПЕНКО, М. И. КАРПЕНКО, ГГТУ им. П.О. Сухого

УДК 621.74:669.131.7

ПРОИЗВОДСТВО МАССИВНЫХ ПРОФИЛЬНЫХ ЗАГОТОВОК И ИЗНОСОСТОЙКИХ ОТЛИВОК ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ОТВЕТСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Разработка, промышленное производство и применение экономнолегированных конструкционных чугунов с высокими параметрами специальных свойств, в частности износостойкости и гидроплотности, необходимы для изготовления многих литых деталей ответственного и особо ответственного назначения, используемых при производстве уникальных металлорежущих станков, карбюраторных и дизельных двигателей, пневмо- и гидроаппаратуры, мельниц, кузнечно-прессового и другого оборудования.

Для изготовления ответственных машиностроительных заготовок получили распространение не только способы литья в разовые формы из ПСС, ХТС, ЖСС и др., но и более экономичные специальные способы литья с интенсивным теплообменом (ССЛИТ), основанные на непрерывных процессах формирования ответственных отливок в интенсивно охлаждаемых постоянных металлических формах, горизонтальных и вертикальных катализаторах. В производственных условиях они получили более широкое применение и хорошо зарекомендовали себя при изготовлении массивных отливок с $R_{np} > 30$ мм, в то время как из-за повышенного отбела на тонкостенном литье они используются меньше.

Известно [1, 2], что относительно экономнолегированными конструкционными чугунами для получения ответственных литых деталей, работающих в условиях интенсивного трения и износа, являются антифрикционные чугуны (ГОСТ 1585-85) с повышенным содержанием фосфора и низколегированные износостойкие чугуны марок ЧНХТ, ЧН2Х, ЧХЗТ, ЧНХМД и ЧНМШ (ГОСТ 7769-82). Для способов литья с интенсивным теплообменом из этих износостойких сплавов больше подходят чугуны марок АЧВ-1, АЧВ-2,

АЧС-3 и ЧНМШ. Другие износостойкие чугуны с высоким содержанием карбидообразующих элементов, особенно хрома при его концентрации более 0,6%, вызывают отбел при интенсивном охлаждении.

Многообразием теплового взаимодействия при кристаллизации и затвердевании отливок обладает технологический процесс непрерывного горизонтального литья с интенсивным теплообменом (НГЛИТ-процесс), осуществляемый с использованием водоохлаждаемых катализаторов [3]. Этот процесс отличается возможностью получения литых заготовок с мелкозернистой структурой без неметаллических включений с повышенными характеристиками гидроплотности, износостойкости и низким коэффициентом трения. На РУП «Гомельский литейный завод «Центролит», используя НГЛИТ-процесс, освоено производство как тонкостенных машиностроительных заготовок и профильной арматуры, так и массивных фасонных толстостенных отливок (картер моста, детали станков, двигателей и гидроаппаратуры) и профильных заготовок $R_{np} = 30-200$ мм.

В табл. 1 приведены режимы и металлургические параметры процесса непрерывного горизонтального литья с интенсивным теплообменом (НГЛИТ-процесс), разработанные в производственных условиях РУП «Гомельский литейный завод «Центролит» на установке мод. А-127 и обеспечивающие высокие характеристики износостойкости, ростустойчивости, прирабатываемости и гидроплотности износостойких отливок $R_{np} = 30-200$ мм.

Производственные испытания износостойкого высокопрочного ЧШГ с содержанием 3,2–3,3 %С; 2,2 %Si; 0,3–0,4 %Mn; 0,53 %Cu; 0,67 %Ni; 0,07 %N; 0,05 %Ti; 0,15 %V; 0,05 %Cr; 0,67

%Mo; 0,08 %Ce и остальное – железо показали, что он имеет высокие значения прочности ($\sigma_b=249-287$ МПа), ударной вязкости ($KCU=14-$

19 Дж/см²) и микротвердости (по сечению профильных заготовок: в центре – 2850–2970 МПа, в поверхностном слое – 3180–3420 МПа).

Таблица 1. Режимы и металлургические параметры процесса непрерывного литья износостойких отливок

| Толщина отливки $R_{пр}$, мм | Температура, °С | | Режим вытягивания отливки | | | Скорость литья, мм/мин |
|-------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------|
| | чугуна в металлоприемнике | отливки на выходе из кристаллизатора | шаг, мм | время остановки, с | скорость движения отливки, мм/с | |
| 30–60 | 1220–1280 | 920–960 | 35–60 | 4–18 | 9–18 | 180–250 |
| 60–90 | 1200–1260 | 930–980 | 30–55 | 5–20 | 8–16 | 150–220 |
| 90–150 | 1190–1250 | 940–990 | 25–45 | 10–24 | 6–12 | 120–180 |
| 150–220 | 1180–1220 | 960–1000 | 20–35 | 12–30 | 3–8 | 90–150 |

Для повышения эффективности литейного производства, надежности и долговечности работы литых заготовок большое значение имеет внедрение и других специальных способов литья с интенсивным теплообменом (ССЛИТ). К таким способам относятся кокильное литье с интенсивным теплообменом (КЛИТ) и центробежное литье с интенсивным теплообменом (ЦЛИТ). Эти способы уже длительное время широко используются и выполняются соответственно в интенсивно охлаждаемых специальных кокилях и окрашенных изложницах [2, 3].

В работе продолжены исследования [4] в производственных условиях литья массивных отливок и профильных заготовок из антифрикционных фосфористых чугунов. Отливки получали из износостойких чугунов АЧС-3, АЧВ-1 и ИЧГ-33М с 0,3–0,45%P (ТУ 37.105.50626-76) с использованием способов литья в литейные формы из ПСС, отверждаемых феррохромовым шлаком, КЛИТ- и НГЛИТ-процессами в водоохлаждаемые кристаллизаторы. Для легирования чугунов использовали и другие элементы, которые оговорены ГОСТ на антифрикционные чугуны.

Структуру по ГОСТ 3443-87 и свойства сплавов в износостойких отливках оценивали в зависимости от влияния таких металлургических факторов, как металлургический состав по основным

(C, Si, Mn, P) и легирующим (Ni, Cr, V, B, Mo, Cu) элементам, параметры металлургического процесса плавки и внепечной обработки, скорости затвердевания расплава и охлаждения отливок. Класс точности отливок (КТ) определяли в соответствии с требованиями ГОСТ 26645-85.

Микроструктуру определяли на модернизированном микроскопе МИМ-7 с телекамерой и выводом изображения на монитор компьютера. В табл. 2 приведены характеристики микроструктуры и физико-механических свойств антифрикционных чугунов при использовании в производственных условиях ряда способов литья. При использовании оптимальных металлургических параметров и технологических режимов они позволяют получать литые заготовки из АЧС и ЧШГ с высокими характеристиками плотности, гидроплотности, износостойкости и механических свойств. Износостойкость определяли при ударно-абразивном изнашивании по ГОСТ 23.207-79.

Исследования показали, что химический состав и интенсивность теплообмена в литейных формах являются основными факторами, контролирующими структуру металлической основы, форму графита и физико-механические свойства чугуна в отливках, а также влияющими на восприимчивость к термической обработке.

Таблица 2. Физико-механические свойства отливок из фосфористых экономнолегированных чугунов

| Марка чугуна и способ литья | Класс точности отливки (КТ) | Диапазон по массе, кг, и $R_{пр}$, мм | Легирующие компоненты, мас. % | | | Микроструктура чугуна в отливках | Плотность ρ , г/см ³ | Механические свойства | | |
|-------------------------------|-----------------------------|--|-------------------------------|------|---------------------------------------|---|--------------------------------------|-----------------------|---------|----------------------|
| | | | Cu | P | другие элементы | | | σ_b , МПа | НВ | Средний износ, мг/гс |
| АЧВ-1, НГЛИТ-процесс | КТ7-8 | 160–800; 25–220 | 0,5 | 0,1 | 0,05 Mg; 0,8 Mn | ПД0,3; ПД0,5; П96(Ф4); ШГр1; ШГ10; ШГф13; ШГд25 | 7,2–7,35 | 550–680 | 241–260 | 235–270 |
| ИЧГ-33М, литье в формы из ПСС | КТ9-10 | 80–860; 25–90 | 0,9 | 0,4 | 0,6 Mn; 0,6 Cr; 0,4 Ni; 0,1 Ti; 0,1 V | ПД1,0–ПД1,4; ПГ6; П45(Ф55); ПГф2; ПГд90–ПГд180; ФЭ4; ФЭр3 | 6,9–7,1 | 300–380 | 231–255 | 312–387 |
| АЧС-3, КЛИТ-процесс | КТ7-8 | 12–36; 20–35 | 0,3 | 0,17 | 0,5 Mn; 0,06 Cr; 0,2 Ni; 0,04 Ti | ПД0,5; ПД1,0; П85(Ф15); ПГд45–ПГд90; ФЭр1; ФЭр2; ФЭ3; ФЭ4 | 7,12–7,3 | 320–360 | 179–190 | 247–285 |

Для получения высококачественных отливок из высокопрочного ЧШГ и АЧС-3 с перлитной металлической основой способами литья с интенсивным теплообменом содержание фосфора и карбидообразующих элементов не должно превышать значений, приведенных в табл. 2. Основное влияние на получение свободных от карбидов структур после литья оказывают углерод и кремний, а также содержание карбидообразующих элементов (Cr, V, B, Mo, Ti и Mn).

Литература

1. Конструкционные материалы: Справ. М.: Машиностроение, 1990.
2. Карпенко М.И., Мельников А.П. Металлы, сплавы и композиции. Мн.: НИРУП «Белавтотракторостроение», 2004.
3. Специальные способы литья: Справ. М.: Машиностроение, 1981.
4. Сайков М.А., Сериков К.В., Марукович Е.И., Карпенко В.М. Структура и свойства высокофосфористых чугунов и чугунов с шаровидным графитом // Литье и металлургия. 2005. №3 (35). С. 47–50.