



*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/см<sup>2</sup>) 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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Механические свойства		
			Cu	P	другие элементы			$\sigma_b$ , 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.