



Рис. 3. Общий вид машины трения СМЦ-2

Таким образом, червячные колеса, изготовленные из заготовок антифрикционного силумина АК18М2, полученные методом литья закалочным затвердеванием, могут с успехом заменить аналогичные из более дорогостоящей и тяжелой бронзы.

Литература

1. Строгонов, Г. Б. Сплавы алюминия с кремнием / Г. Б. Строгонов, В. А. Ротенберг, Г. Б. Гершман. – Москва : Металлургия, 1977. – С. 272.
2. Марукович, Е. И. Получение отливок из заэвтектического силумина методом литья закалочным затвердеванием / Е. И. Марукович, В. Ю. Стеценко // Литье и металлургия. – 2005. – Ч. 1. – № 2. – С. 142–144.

НЕПРЕРЫВНО-ЦИКЛИЧЕСКОЕ ЛИТЬЕ НАМОРАЖИВАНИЕМ ЗАГОТОВОК ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ

В. П. Груша

*Государственное научное учреждение «Институт технологии металлов
Национальной академии наук Беларуси», г. Могилев*

Научный руководитель Е. И. Марукович.

Среди автотракторных отливок ответственного назначения особое место занимают детали цилиндрико-поршневой группы. Ресурс работы гильз цилиндров, эксплуатирующихся в условиях трения и агрессивного воздействия газовой среды, во многом определяется их качеством. Поэтому на современном этапе развития машиностроения для литейного производства характерно совершенствование существующих и создание новых технологических процессов и оборудования, обеспечивающих повышение качества и получение заранее заданных свойств и структуры отливок.

Одним из самых распространенных и достаточно эффективных методов повышения физико-механических и служебных характеристик сплава является легирование. На сегодняшний день актуальна разработка технологий экономного комплексного легирования, позволяющего одновременно улучшить несколько эксплуатационных характеристик чугуна при минимальном расходе легирующих элементов.

Также для производства отливок ответственного назначения применяют технологические процессы, основанные на использовании метода направленного затвердевания, которые наиболее полно отвечают требованиям, обеспечивающим получение качественных отливок. Одним из таких методов является непрерывно-циклическое литье намораживанием (НЦЛН).

Цель настоящей работы – получение методом непрерывно-циклического литья намораживанием без применения стержня полых цилиндрических отливок из серого экономнолегированного чугуна со свойствами, соответствующими требованиям действующих технических условий для гильз цилиндров.

В отечественной и зарубежной практике для изготовления гильз цилиндров двигателей применяют серые, легированные чугуны с перлитной структурой [1]–[4]. Твердость материала заготовок гильз цилиндров должна составлять около 100HRB. Помимо твердости в отливках необходимо обеспечить практически полную перлитизацию металлической матрицы. Макрогетерогенная структура должна содержать максимальный объем равномерно распределенной графитовой фазы, в которой при износе образуются полости, повышающие маслосъемкость гильзы, улучшая тем самым условия работы трущейся поверхности.

Механизм влияния легирующих элементов на свойства серого чугуна связан с изменением соотношения структурных составляющих металлической матрицы, их внутреннего строения, повышение прочности межзеренной связи, а также дисперсным упрочнением. На конечный результат также существенное влияние оказывает технология литья и условия формирования отливки.

При литье намораживанием затвердевание металла в кристаллизаторе происходит в непрерывном режиме, при периодическом извлечении твердой фазы и подаче новой порции жидкого чугуна. Таким образом, формирование отливки происходит при интенсивном, одностороннем теплоотводе от ее наружной поверхности. Это определяет направленное движение фронта кристаллизации, а обильное питание его расплавом, находящимся в осевой части кристаллизатора, способствует образованию плотной мелкодисперсной структуры без усадочной и газовой пористости. Отсутствие стержня обеспечивает свободную усадку отливок и предотвращает образование горячих трещин. С учетом условий затвердевания металла ставилась задача определять оптимальное содержание и соотношение основных и легирующих элементов в сплаве.

При производстве отливок методом намораживания отработывались различные составы шихты. Установлено, что уменьшение содержания литейного чушкового чугуна и увеличение в шихте возврата собственного производства приводит к ухудшению литейных свойств сплава и структуры материала отливки. Использование чушковых чугунов различных марок позволяет преодолеть вредное влияние наследственности шихты, обеспечить стабильность процесса и необходимое качество отливок. Определен оптимальный состав шихты для отливки гильз цилиндров методом намораживания, включающий:

- чугун чушковый литейный – 22,5–27,5 %;
- чугун чушковый переделный – 22,5–27,5 %;
- возврат собственного производства – 45–30 %;
- лом стальной – 10–15 %.

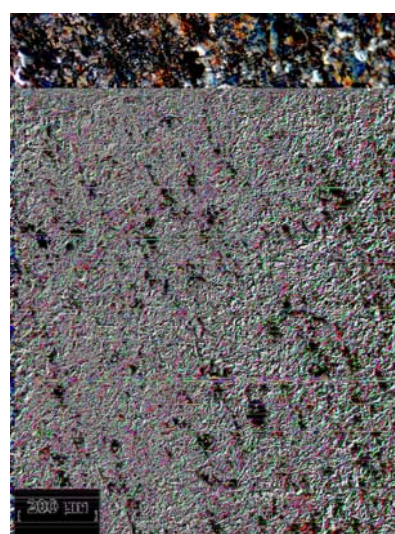
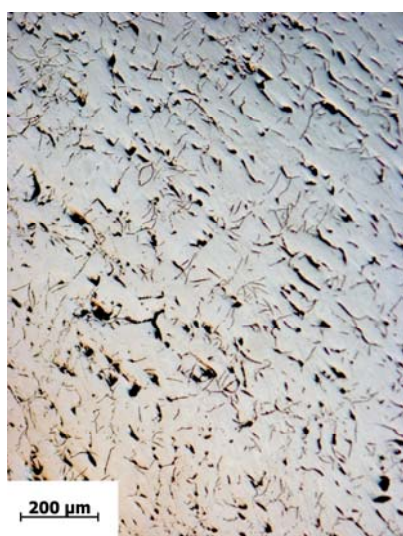
Для доведения расплава до требуемого химического состава, приведенного в таблице, и свойств в отливках использовали ферросплавы и лигатуры, вводимые в печь при плавке.

Химический состав серого чугуна для производства заготовок гильз цилиндров методом непрерывно-циклического литья намораживанием

Элемент	C	Si	Mn	Cr	Cu	Ni	P
Содержание, %	2,9–3,2	1,8–2,0	0,6–0,9	0,15–0,2	0,4–0,6	0,2–0,4	до 0,2

Температурный режим охлаждения цилиндрических отливок из серого чугуна также оказывает существенное влияние на его структуру. При непрерывно-циклическом литье намораживанием скорость кристаллизации металла в наружных слоях отливки превышает 2,5 мм/с. По мере удаления фронта затвердевания от стенки кристаллизатора скорость значительно снижается. При толщине стенки отливки 12–14 мм она составляет примерно 0,2–0,4 мм/с. В эвтектическом интервале температур при затвердевании наружных слоев отливки в междендритных участках образуются аустенитно-цементитные колонии (ледибуритная эвтектика). Средняя и внутренняя зоны заготовки затвердевают с образованием аустенитно-графитных агрегатов. После извлечения из кристаллизатора ее наружная поверхность имеет температуру 950–980 °С, а внутренняя – температуру солидуса. Помещение отливки в термокамеру приводит к резкому уменьшению интенсивности теплоотвода от ее наружной поверхности. Происходит перераспределение температуры по толщине стенки, тем самым создаются условия для распада, присутствующего в наружном слое отливки, эвтектического цементита с образованием графита и аустенита. В камере ее выдерживают до температуры 750–800 °С. Дальнейшее охлаждение происходит на воздухе в естественных условиях. Такой режим охлаждения позволяет получить отливки с металлической основой, состоящей из тонкопластинчатого перлита (рисунок *а*) с мелкими изолированно расположенными включениями феррита, содержание которого не превышает 5 %.

Проводились исследования влияния различных модификаторов на структуру. Установлено, что комплексное ковшевое модифицирование FeSi 75 и РЗМ, позволяет получить равномерное распределение графитовых включений (рисунок *б*), форма которых тонкопластинчатая, прямолинейная или завихренная. Длина включений не превышает 100 мкм.



а) *б)*
Структура отливки из серого чугуна, полученной НЦЛН

Исследования механических свойств материала отливок показывают, что предел прочности составляет 280–310 МПа, а твердость 101–103 HRB. Установлено, что уменьшение на 10–15 % количества легирующих элементов (Mn, Cr, Cu, Ni) в отливках, полученных намораживанием, по сравнению с содержанием этих элементов в чугунах, применяемых для изготовления гильз цилиндров двигателей другими способами [5], позволяет получать заданную структуру и высокие прочностные характеристики материала. Заготовки, получаемые в опытно-промышленных условиях методом непрерывно-циклического литья, используют для ремонта двигателей внутреннего сгорания.

Литература

1. Чугун : справ. изд. / под ред. А. Д. Шермана, А. А. Жукова. – Москва : Металлургия, 1991. – 576 с.
2. Шерман, А. Д. Чугуны для гильз цилиндров автомобильных двигателей / А. Д. Шерман, Н. Н. Якушин. – Москва. – Вып. IV, 1978.
3. Отечественный и зарубежный опыт применения чугунов для деталей тракторных дизелей / В. И. Канторович [и др.]. – Москва, 1980.
4. Леках, С. Н. Низколегированный чугун монолитных гильз двигателей / С. Н. Леках, А. Г. Слуцкий, В. Н. Чепрасов // Автомобильная промышленность. – 1983. – № 2. – С. 23–25.
5. Экономное легирование железоуглеродистых сплавов / С. Н. Леках [и др.] ; под общ. ред. С. Н. Лекаха. – Минск : Навука і тэхніка, 1996. – 173 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА МИНЕРАЛЬНОМ ВЯЖУЩЕМ

Н. В. Забабуро

*Учреждение образование «Белорусский государственный
технологический университет», г. Минск*

Научный руководитель Л. Ю. Дубовская

Жилищное строительство – важнейшее направление социальной политики государства. В минувшем году в сельской местности и малых городах в республике введено в эксплуатацию 960 тыс. кв. м общей площади. Нынешний год в Беларуси проходит под знаком строительства жилья на селе. Президент страны поставил задачу ежегодно, начиная с 2004 г., вводить в среднем в эксплуатацию не менее 5 усадебных одноквартирных домов в каждом хозяйстве с учетом их потребности в трудовых ресурсах и перспектив развития. Этот процесс направлен на то, чтобы вернуть молодежь в деревню и содействовать развитию современной аграрной экономики и возрождению привлекательности сельскохозяйственного труда у дипломированных специалистов. В связи с этим возникает актуальность получения био- и огнестойких композиционных материалов на основе местного сырья, которые могли бы быть использованы в малом домостроении в качестве изоляционных, облицовочных и т. п.

В настоящее время всё больше внимания уделяется получению композиционных материалов на древесном наполнителе и жидком стекле. Предпосылками для получения таких материалов служат высокая адгезия жидких стёкол к древесине,