

### Способ легирования чугуна медью из промышленных металлосодержащих отходов

Студент гр.10405114 Самусева А.И.  
Научный руководитель – Проворова И.Б.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Медь является легирующей добавкой, которая способствует повышению прочностных и эксплуатационных характеристик чугуна. Известен способ легирования чугуна медью, включающий введение в расплав чугуна металлической меди, не оказывающей заметного влияния на эвтектическое превращение при кристаллизации расплава, но способствующей перлитизации металлической основы.

Применение данного способа в полном объеме является нецелесообразным из-за высокой стоимости металлической меди, используемой в качестве легирующей добавки.

Кроме того, существует способ легирования чугуна медью с использованием медно-магниевого отработанного катализатора, включающий перегрев расплава чугуна до заданной температуры, введение медно-магниевого отработанного катализатора и активное перемешивание расплава. Расплавление чугуна проводили в печи сопротивления при температуре 1400°C, после чего вводили добавку медно-магниевого отработанного катализатора (от 0,5 до 2,0% от массы чугуна). Степень усвоения меди при введении отработанного катализатора в зависимости от величины добавки колеблется в пределах 50 – 60%. Недостатком этого способа является низкая степень усвоения меди из отработанного медно-магниевого катализатора, что связано с высокой температурой плавления оксида магния.

Для повышения степени усвоения меди предлагается способ легирования, включающий введение отработанного медно-магниевого катализатора в чугун, перегрев расплава и активное перемешивание. Отработанный медно-магний катализатор предварительно смешивают с ваграночным шлаком и углеродсодержащим материалом при соотношении: 1:0,5:0,1 соответственно, а затем вводят в металлозавалку и расплавляют, расплав перегревают до температуры 1450°C.

Введение ваграночного шлака в состав шлакообразующей смеси облегчает образование легкоплавкого шлака, связывающего MgO, а углеродсодержащего материала (электродный бой, карбюризатор, отсев кокса, древесный уголь и т.п.) способствует наиболее полному восстановлению меди из оксида.

Процесс легирования чугуна медью за счет медно-магниевого отработанного катализатора проводили в лабораторных условиях в силитовой печи. В качестве шлаковых материалов использовали медно-магний отработанный катализатор (65% CuO, 35% MgO), ваграночный шлак (41% CaO, 22% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 21% SiO<sub>2</sub>, 11% MnO<sub>2</sub> и 5% прочих), электродный бой, которые предварительно измельчили до размера частиц 0,5 – 1 мм. В тигель ёмкостью 1 кг помещали 450 г серого чугуна. Шлаковые материалы, смешанные в расчетных пропорциях (10 г отработанного катализатора, 5 г ваграночного шлака, 1 г электродного боя), загружали сверху, после чего тигель устанавливали в разогретую до температуры 1450 °C печь и выдерживали в течение 45 мин. После выдержки в печи тигель извлекали, охлаждали, а затем проводили химический анализ сплава. Результаты анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав слитка

Элемент	C	Cu	Si	Mn	Cr	S	Fe
Содержание, %	3,40	0,65	2,20	0,35	0,08	0,06	остальное

Степень усвоения меди из отработанного катализатора составила 75%. Кроме того, проведена плавка в промышленной индукционной печи ИЧТ-6,0. На 6 тонн металла в шихту добавляли 74,5 кг легирующей смеси (47 кг отработанного катализатора, 23,5 кг ваграночного шлака, 4,7 кг карбюризатора). Расплав перегревали до 1520°C, выдерживали в течение 15 мин, после чего шлак скачивали и заливали формы. Получен чугуна следующего химического состава (таблица 2).

Таблица 2 – Химический состав чугуна

Элемент	C	Cu	Si	Mn	Cr	S	Fe
Содержание, %	3,50	0,38	1,84	0,88	0,11	0,05	Остальное

Степень усвоения меди из отработанного катализатора составила 78%, при этом время плавки и расход электроэнергии сохранялись на обычном уровне.

Таким образом, предлагаемый способ легирования чугуна медью за счет отработанных катализаторов позволяет не только повысить степень усвоения не менее чем до 78 %, но и обеспечивает ресурсосберегающую и валютозамещающую переработку экологически опасных отходов, образующихся на предприятиях нефтехимической промышленности Республики Беларусь.

УДК 539.21:541.182

**Исследование возможности синтеза гидросиликатов кальция и магния в объеме композиционных материалов**

Студент гр. 10405115 Иванов Н.Р.  
 Научный руководитель – Меженцев А.А.  
 Белорусский национальный технический университет  
 г. Минск

Основными задачами современного материаловедения являются разработка способов направленного формирования долговечной структуры композитных материалов, получение продуктов с заданными эксплуатационными свойствами. Одним из способов модифицирования структуры цементных композитов является введение в их состав высокоактивных микродобавок и в частности наночастиц кремнезема, глинозема и др.

Повышенный интерес исследователей к нанообъектам вызван обнаружением у них необычных физических и химических свойств, что связано с проявлением так называемых «квантовых размерных эффектов». Одной из главных причин изменения физических и химических свойств малых частиц по мере уменьшения их размеров является возрастание в них относительной доли «поверхностных атомов, находящихся в иных условиях (координационное число, симметрия локального окружения и т.п.), чем атомы объемной фазы. С энергетической точки зрения уменьшение размеров частицы приводит к возрастанию доли поверхностной энергии в ее химическом потенциале.

Целенаправленное воздействие на формирование наноструктуры, твердеющего цементного камня, обеспечивает создание более однородной и плотной упаковки гидрокристаллических новообразований.

Наиболее предпочтительным следует считать модифицирование структуры цементного камня наноразмерными частицами гидросиликатов кальция и магния. Их положительное влияние на процессы твердения и физико-механические свойства проявляются в большей степени, если их кристаллы имеют вытянутую форму. Механизм действия частиц сводится не только к уплотнению структуры, но и к роли кристаллических затравок.

Наиболее рациональным путем использования наночастиц является их синтез непосредственно в объеме строительного материала за счет взаимодействия водных растворов хи-