

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Семенова Константина Геннадьевича  
«Развитие научных основ производства фасонных отливок из  
низколегированных сплавов меди с железом», представленной на соискание  
ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.3 – «Литейное  
производство»

Тема диссертационной работы Семенова К.Г. направлена на разработку эффективной технологии плавки низколегированных сплавов Cu-Fe, в том числе на основе применения вторичных материалов (возврата, лома, отходов собственного производства), а также медного лома, загрязненного примесями железа для производства фасонных отливок, применяемых в инновационных технологиях машиностроения.

На металлургических предприятиях образуется большое количество отходов проката меди (кристаллизаторы, сталеплавильные и доменные фурмы и прочие отходы). Долгое время считалось, что примеси железа в меди нежелательна, так как снижает электропроводность и коррозионные свойства. Рафинирование меди от железа на заводах Втормета, производящих переработку загрязненного примесями медного лома, проводится путем окислительного рафинирования. Она позволяет очистить медь от примесного железа до значений низких концентраций. Эта переработка требует значительных энергетических затрат и сопровождается существенными безвозвратными потерями меди. Главной проблемой стоит задача в эффективной технологии отделения меди от железа. При переработке медного лома главные затраты связаны с сортировкой и переработкой медьсодержащего сырья. Чем качественней этот процесс, тем эффективнее технология металлургического рафинирования расплава от примесей железа. Как правило, отделение железных компонентов от медных деталей производится механически или газовой резкой. При удалении приваренных медных деталей (наконечников конвертерных фурм, рыльцев доменных фурм, гильз кристаллизаторов и пр.) от железных несущих конструкций в них остается примерно до 0,1...1 масс. % железа в виде не полностью отрезанных остатков.

Таким образом, возникает необходимость в дополнительной переработке большого количества медного лома, загрязненного железом, который образуется на предприятиях черной металлургии. В этой связи, представляется целесообразным использование медных отходов в шихте для изготовления медных элементов металлургического оборудования в литом или ковано-сварном варианте. Процесс переработки медного лома, загрязненного примесями железа может быть использован для расширения номенклатуры шихтовых материалов.

В работе предложены технические решения, такие как способы плавки расплава из низколегированных сплавов меди с железом, технологии производства отливок в песчаные формы, кокиль, по выплавляемым моделям и литьем с кристаллизацией под давлением. Разработаны технологические регламенты изготовления отливок из низколегированного сплава медь-железо,

различными способами литья для производства фасонного литья. Разработаны составы низколегированных сплавов меди с железом, которые предлагаются для замены фасонных отливок из технически чистой меди. Отмечено, что легирование меди железом несколько снижению жидкотекучести расплава, но соответствует показателям для чистой меди. При этом легирование железом практически не изменяет величину объемной усадки, приводит к увеличению герметичности отливок и повышению трещиностойкости, что весьма актуально для получения отливок в металлические формы. Отмечается возможность термообработки, которая увеличивает прочностные свойства низколегированного сплава меди с железом в 1,5...2 раза по сравнению с медью марки М1.

В работе использовались современные методики исследования, а также исследовались эксплуатационные (триботехнические) свойства, проводилось моделирование процессов литья на основе СКМ ProCAST. Автореферат в полной мере отражает объем необходимой информации о проведенной научной работе.

Вопросы и замечания по работе:

- К сожалению, мало информации о проведении испытаний жаропрочности или окалинстойкости низколегированных сплавов меди с железом, что особенно актуально для оценки стойкости наконечников конвертерных фурм и рыльцев доменных фурм;
- Не указано, каким образом можно снизить содержание железа в сплаве, при исходно высоком содержании железа в шихтовых материалах.

Указанные замечания, не снижают общее положительное впечатление о диссертационной работе Семенова К.Г., которая является законченной научно-квалификационной работой, направленной на разработку процессов плавки и литья фасонных отливок из низколегированных сплавов меди с железом, отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор, Семенов Константин Геннадьевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.3 – «Литейное производство».

Директор машиностроительного  
комплекса ПАО «Новолипецкий  
металлургический комбинат»

Начальник управления развития  
машиностроения

Подпись заверяю

Здрочо Г. Линеук,  
н.п. Металлургов, 2

martynuk\_vh@nsmk.ru, +7920 522 3361



Мартынюк В.Н.

Остряков А.Ю.

20.07.23 г.