

## Отзыв

на автореферат диссертации А.В. Мурзина «Разработка технологии науглероживания металла при выплавке трубных сталей с использованием полупродукта ДСП», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

В настоящее время стали многократно опережают по объему производства и потребления сплавы легких и цветных металлов, стекло, керамику, полимеры и другие альтернативные конструкционные материалы. Это обусловлено не только доступностью и широкой распространенностью железных руд в природе, относительной простотой и не высокой энергоемкостью производства, но и, прежде всего, быстрым ростом комплекса показателей уровня и стабильности технологических, служебных свойств, качественных характеристик сталей при одновременном снижении затрат на производство, интенсификации сквозного технологического процесса и работы оборудования. В частности, за последние 5-10 лет показатели технологически служебных свойств трубных и других типов массовых сталей выросли в несколько раз, а в настоящее время при разработке новых марок ставится задача достижения предельно высоких показателей прочности до 2000-2200 МПа, пластичности (относительное удлинение) до 55-60%, хладостойкости ( $KCV_{-60^{\circ}C}$  до 300-400 Дж/см<sup>2</sup>), коррозионной стойкости, качественных характеристик. Важным является то обстоятельство, что в большинстве случаев необходимым является обеспечение высоких значений не одного из указанных параметров, а целого комплекса, как правило, трудно сочетаемых свойств, например прочности и пластичности; прочности, хладостойкости и коррозионной стойкости. Отмеченные обстоятельства требуют разработки и использования принципиально новых подходов и технологических приемов обработки жидкого и твердого металла. Поэтому тема диссертационной работы А.В. Мурзина, направленной на разработку технологии науглероживания металла при выплавке трубных сталей с использованием полупродукта ДСП, является, безусловно, актуальной.

Автором на базе результатов детальных прикладных исследований разработана технология выплавки в дуговой сталеплавильной печи на 100% -ной твердой завалке металлического полупродукта с заданным содержанием 0,05-0,08% активного кислорода. Она основана на оптимизации расхода и режимов продувки металла кислородом, присадки антрацита, шлакового режима. По результатам исследований, выполненных в лабораторных и промышленных условиях, найдены технологические приемы повышения эффективности науглероживания металла в процессе выпуска в сталеразливочный ковш, ковшовой обработки стьали. Показано, что оптимальным для этого является получение

заданного содержания 0,05-0,08% растворенного кислорода, минимизации степени науглероживания при обработке стали в ковше.

На основании полученных результатов и установленных закономерностей создана комплексная технология раскисления и науглероживания металлического полупродукта при производстве трубных сталей. Ее отличительными особенностями является опережающее раскисление алюминием с получением его содержания в металле не менее 0,015-0,020%, использование для науглероживания искусственных графитов или электродного боя, минимизация корректировок по углероду при обработке стали на установке ковш-печь. Использование описанных приемов позволило существенно снизить степень пораженности непрерывно литых заготовок продольными трещинами, труб – наружной пленой.

С использованием методов физико-химического расчета и анализа установлены закономерности взаимодействия карбида кремния с металлическим расплавом. На их основании разработан вариант комплексной технологии раскисления и науглероживания при производстве трубных сталей с содержанием углерода 0,2 масс. % и выше. Ее особенностью является использование двух типов науглероживателей: карбида кремния и углерода, режим их присадки. Использование карбида кремния для науглероживания позволило достичь значимого экономического эффекта – более 125 млн. рублей в год при производстве трубных сталей.

В качестве недостатка работы можно отметить следующее. При исследовании и анализе приемов обработки жидкого металла в современных металлургических технологиях необходимо учитывать протекание большого числа сложных процессов и явлений, направление и интенсивность протекания которых зависит от многих технологических параметров. Из-за все более интенсивного воздействия на металл при электродуговом подогреве, обработке расплава инертным газом, лигатурами и модификаторами, содержащими активные щелочноземельные и редкоземельные металлы, вакуумировании стали, высоких скоростях непрерывного литья заготовок, охлаждения при температурно-деформационной обработке стали, указанные процессы становятся все более взаимосвязанными. Поэтому многие результаты выполненного исследования объясняются именно этими обстоятельствами. С другой стороны, автор на протяжении всей работы целенаправленно пытается выделить и анализировать процесс науглероживания стали изолировано, не зависимо от параллельно и конкурентно протекающих многих превращений и явлений. Это вынуждает его для интерпретации полученных результатов вводить мало обоснованные и реалистичные представления о гцк- и оцк- подобной упаковке атомов железа в расплаве, равновесии в открытой системе и т.п., которые находятся в противоречии с результатами большого числа экспериментальных и теоретических исследований.

Отмеченное замечание носят частный характер и не влияет на общую положительную оценку работы. Судя по автореферату, диссертация представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу на актуальную тему, отвечает критериям Положения о присуждении учёных степеней от 24 сентября 2013 г. № 842 (пункты 9-14), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор А.В. Мурзин заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Согласен на обработку персональных данных.

Директор Центра физической химии,  
материаловедения, биметаллов и  
специальных видов коррозии,  
105005, Москва, ул. Радио 23/9, стр. 2,  
тел./факс: (495) 777-93-48,  
e-mail: aizaitsev1@yandex.ru,  
доктор физико-математических наук,  
профессор



09.

Зайцев Александр Иванович

Подпись Зайцева А.И. заверяю:

Ученый секретарь ФГУП «ЦНИИчермет им. И. П. Бардина»



Москвина Татьяна Павловна