



Публичное акционерное общество  
НОВОЛИПЕЦКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ

УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ

тел. 44-259 e-mail: [sp-urt@nlmk.com](mailto:sp-urt@nlmk.com)

20.11.2020 № 1/317-67-УСХ

Ученому секретарю диссертационного совета  
Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего обра-  
зования «Магнитогорский государственный  
технический университет им. Г.И. Носова»  
И.Ю. Мезину

455000,  
г. Магнитогорск, Челябинская область,  
пр. Ленина, д.38

### О Т З Ы В

на автореферат диссертации Ушакова Сергея Николаевича  
«Разработка технологии производства трубной ультранизкосернистой стали в современном  
кислородно-конвертерном цехе», представленной на соискание ученой степени кандидата  
технических наук

В диссертационной работе Ушакова С.Н. проведено исследование получения непре-  
рывнолитых слябов из трубной ультранизкосернистой стали для производства толстого горя-  
чекатаного листа магистрального газопровода «Северный поток-2».

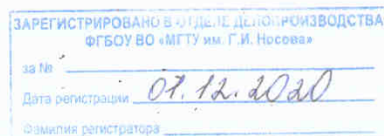
Учитывая специфику эксплуатации подводных газопроводных систем, включающую  
сочетание высокого внутреннего рабочего давления газа и сильного наружного гидростатиче-  
ского столба воды, а также агрессивность морской среды, вызывающей повышенную внеш-  
нюю коррозию. При имеющемся спросе на трубы большого диаметра для магистральных тру-  
бопроводов, эксплуатируемых в экстремальных условиях, разработка технологии получения  
ультранизкосернистой стали является актуальной задачей.

Для решения поставленной задачи в условиях ПАО «ММК» автором выполнены следу-  
ющие работы:

- произведен анализ известных способов десульфурации чугуна и стали и возможности ПАО «ММК» по десульфурации чугуна и стали;
- разработана технология ковшевой десульфурации чугуна и оценена ее эффектив-  
ность;
- исследована особенность технологии выплавки полупродукта в конвертере для полу-  
чения стали с ковшевой обработкой твердой шлакообразующей смесью;
- разработана технология ковшевой десульфурации стали на агрегате «печь-ковш»,  
оценена ее эффективность;
- изучены особенности вакуумной обработки и непрерывной разливки стали;
- оценены затраты на производство непрерывнолитых слябов.

На основании полученных данных была разработана схема десульфурации металла  
включающая следующие этапы:

- первый: ковшевая обработка чугуна на УДЧ с вдуванием смеси из флюидизированной  
извести и магнезия в потоке азота;





- второй: ковшевая обработка полупродукта в процессе его выпуска из конвертера твердой шлакообразующей смесью;

- третий: ковшевая обработка стали на агрегате «печь-ковш» в две стадии, обработка под белым шлаком и вдувание флюидизированной извести.

Опытный металл, произведенный в условиях действующего производства ПАО «ММК», проходил комплексное исследование, включающее в себя: текучесть флюидизированной извести, гранулометрический состав флюидизированной извести, химический состав флюидизированной извести, химический состав проб металла, содержание растворенного в металле водорода, химический состав шлака.

Научная новизна рассматриваемой диссертационной работы заключается в:

- установлении зависимости степени ковшевой десульфурации чугуна от отношения массы флюидизированной извести к массе магния; выявления более высокой десульфурующей способности магния в смеси реагентов;

- выявления зависимости между степенью десульфурации металла и отношением массы кусковой извести к массе плавикового шпата на первой стадии обработки на стали на агрегате «печь-ковш»;

- определения зависимости степени десульфурации металла от интенсивности вдувания флюидизированной извести в потоке аргона для второй стадии обработки стали на агрегате «печь-ковш»;

- предложена формула для моделирования процесса десульфурации при вдувании флюидизированной извести на агрегате «печь-ковш».

Практическая значимость диссертации состоит в разработке и опробовании в промышленных условиях ПАО «ММК» технологии выплавки и внепечной обработки трубной стали с целью создания продукта, способного обеспечить высокие эксплуатационные показатели, предъявляемые к магистральным трубопроводам. В ходе проведенной работы были произведены непрерывно литые слябы из трубной ультранизкосернистой стали марки «DNV SAWL 485 FD» с массовой долей серы не более 0,0015 %. Результаты работы могут быть использованы в учебном процессе учебных заведений при изучении металлургических дисциплин.

Представленная работа является комплексом законченных теоретических и экспериментальных исследований, выполненных на достаточно высоком научном уровне. Работа отвечает требованиям Положения присуждения ученых степеней, а ее автор, Ушаков Сергей Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02. – Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Директор Технической дирекции ПАО «НЛМК»,



С.Н. Грачев

Публичное акционерное общество  
Новолипецкий металлургический комбинат  
Россия, 398040  
г. Липецк, пл. Металлургов, 2  
факс: (4742) 44 11 11  
email: info@nlmk.com