

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Худякова Артема Олеговича  
**«Повышение эксплуатационных свойств сварных соединений высокопрочных  
толстостенных прямошовных труб большого диаметра»**,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 05.02.10 – Сварка, родственные процессы и технологии

Развитие отечественной металлургии в значительной степени определяется потребностями нефтегазового комплекса промышленности – необходимостью реконструкции и прокладки новых трубопроводов для транспортировки нефти и газа. Освоение новых месторождений нефти и газа подразумевает строительство и эксплуатацию трубопроводов в сложных климатических условиях, а повышение пропускной способности требует увеличение толщины стенки труб. Для обеспечения высокой надежности газо- и нефтепроводов в различных климатических условиях листовой прокат, предназначенный для изготовления сварных труб, должен иметь повышенный уровень прочностных свойств, низкотемпературной вязкости, хладостойкости, а также стойкостью против коррозионного воздействия. Это закономерно вызывает трудности в обеспечении требуемых свойств как листового проката, так и в особенности, сварного соединения труб большого диаметра (ТБД). Механические и коррозионные свойства сварных соединений определяются типом и параметрами сформированной структуры, которая в свою очередь зависит от термического цикла сварки, химического состава основного металла трубы и используемых сварочных материалов. В связи с этим, задача повышения эксплуатационных свойств сварных соединений высокопрочных ТБД за счет оптимизации химического состава стали, рационального выбора сварочных материалов и разработки технологических мероприятий по снижению тепловложения многодуговой сварки, несомненно является актуальной.

Научной новизной диссертационной работы является решение ряда теоретических и практических задач сварки ТБД. Так установлен диапазон содержания микролегирующих элементов титана и бора, обеспечивающих максимальный уровень критического раскрытия в вершине трещины металла продольных швов ТБД, установлено влияние микролегирующих элементов на вязкопластические свойства участка перегрева зоны термического влияния (ЗТВ) сварных соединений. В рамках физического и математического моделирования процесса сварки ТБД, определены целевые диапазоны скоростей охлаждения на участке перегрева ЗТВ, обеспечивающие высокие значения критического раскрытия в вершине трещины и стойкость к сульфидному коррозионному растрескиванию под напряжением (СКРН). Разработанная модель распространения тепла при многодуговой сварке позволяет определять геометрические параметры и скорость охлаждения сварного шва с высокой точностью.

Практическая ценность работы заключается в том, что на основании полученных результатов разработана технология многодуговой сварки под флюсом сварных соединений высокопрочных ТБД с пониженным на 15-30% тепловложением, обеспечивающая высокий уровень вязкопластических свойств сварного шва и ЗТВ. Технические решения, рекомендованные автором запатентованы и внедрены в нормативно-техническую документацию АО

«Волжский трубный завод». Кроме того, результаты работы внедрены в учебный процесс по профессиональной переподготовке специалистов трубоэлектросварочного цеха АО «ВТЗ» по специализации «трубное производство».


К работе имеются следующие замечания:

1. Из автореферата не ясно, влияет ли изменение химического состава основного металла труб, в рамках исследуемой стали класса прочности К60, на расчеты в программе SYSWELD? Если влияет, то каким образом это влияние было учтено? Как при выполнении расчётов в программе SYSWELD учитывался химический состав проволок и определено ли влияние на результаты расчетов?
2. Автором установлено, что изменение уровня критического раскрытия в вершине трещины  $\delta_c$  вызвано различной концентрацией электродного металла, наплавленного проволокой S3MoTiB во внутреннем шве. Оказывает ли влияние химический состав электродного металла в процессе выполнения технологического (сборочного) шва на уровень критического раскрытия в вершине трещины? Применяются ли дополнительные требования к электродному металлу сборочного шва?

Вышеуказанные замечания не снижают значимости выполненного исследования и могут служить рекомендациями для дальнейшей работы диссертанта.

В целом, диссертационная работа А.О. Худякова выполнена на высоком научно-техническом уровне, соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней (Постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.10 – «Сварка, родственные процессы и технологии».

К.т.н., ведущий эксперт  
Дирекция по техническому развитию  
и качеству  
ПАО «Северсталь»,  
Ул. Мира, д.30, г. Череповец,  
Россия, 162608  
+7 (8202)530900, severstal@severstal.com

  
Матвеев Михаил Александрович

Директор по техническим продажам  
АО «Северсталь Менеджмент»  
Ул. Клары Цеткин. Д.2, г. Москва,  
Россия, 127299  
+7 (495)9267766, severstal@severstal.com

  
Липин Виталий Климович

01.12.20