

УДК 621.981

М.М. Шевелев², e-mail: m.m.shevelev@urfu.ru; **А.В. Михалев¹**, e-mail: mialex@trubprom.ru;

Е.Ю. Раскатов², e-mail: e.j.raskatov@urfu.ru

¹ ОАО «Уральский трубный завод» (Первоуральск, Россия).

² Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (Екатеринбург, Россия).

Изучение формирования структуры низколегированных сталей для обеспечения потребительских свойств сварных труб

Сложнейшие эксплуатационные условия работы газонефтепроводов обуславливают растущие требования к трубной стали, включающие высокую прочность, вязкость, пластичность, хладостойкость и свариваемость. Современная концепция получения таких потребительских свойств предполагает комплексный подход к производству трубного металла, включающий на этапе выплавки снижение содержания углерода, легирование ниобием, ванадием, титаном, обеспечение однородности непрерывнолитого сляба, контроль величины ликвации; на этапе горячей листовой прокатки – применение схем контролируемой прокатки с ускоренным охлаждением, обеспечивающих измельчение аустенитного зерна и последующее формирование дисперсной структуры [1, 2]; на этапе формовки сварной трубы – осуществление оперативного контроля и регламентирования основных параметров процесса формовки и сварки. Связь литой, горячекатаной и холоднодеформированной структур и конечных механических характеристик толстолистового трубного проката является важным фактором получения потребительских свойств. Осевая химическая неоднородность в слябе приводит к снижению ударной вязкости и пластичности в осевой зоне толстолистового проката, а также способствует появлению трещин и внутренних расслоений. Одним из эффективных методов снижения ликвации в слябе является использование технологии мягкого обжатия при разливке стали [3].

Ключевые слова: математическое моделирование, формовка электросварных труб, потребительские свойства сварных труб.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Надежность трубопроводов во многом определяет стабильность обеспечения регионов России важнейшими топливно-энергетическими ресурсами. Отказы магистральных трубопроводов приводят к полному или частичному прекращению перекачки, нарушают нормальную работу предприятий, усложняют жизнь городов и целых областей. По этой причине обеспечение их надежной работы – одна из основных задач при эксплуатации. Получение комплекса высоких механических и эксплуатационных свойств сварных труб в современных производственных условиях невозможно без применения научно обоснованных режимов термической обработки, прокатки, формовки. Сварные трубы по сравнению с бесшовными характеризуются низкой себестоимостью, размерной стабильностью, высокой коррозионной стойкостью основного металла и возможностью изготовления труб различного типоразмера.

Для того чтобы корректно провести выбор режима обработки для каждой конкретной марки стали, необходим сбор большого количества экспериментальных данных, что решается применением систем гибкого управления режимами обработки, основанных на моделиро-

вании с использованием современных программных продуктов, созданных на основе конечно-элементного анализа, позволяющих посредством проведения компьютерного моделирования совершенствовать технологию изготовления того или иного изделия.





ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Потребители дополнили и без того широкий комплекс нормируемых показателей для трубных заготовок новыми, характеризующими коррозионную стойкость [4]. Для изготовления горячедеформированных труб повышенной коррозионной стойкости и хладостойкости для нефтегазопроводов применяется конструкционная высококачественная сталь 13ХФА. Такие трубы отличаются повышенной стабильностью механических характеристик, низкой температурой вязко-хрупкого периода, повышенной стойкостью к коррозии, стойкостью к сульфидному коррозионному растрескиванию и образованию водородных трещин. Опыт эксплуатации показывает, что разрушение трубопроводов, как правило, связано не с недостаточной прочностью металла, а с его низкой вязкостью или коррозионной стойкостью [2].

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Несмотря на многочисленные работы [5], касающиеся методов повышения прочностных и пластических свойств,

коррозионной стойкости и хладостойкости сталей для нефтегазотрубопроводов, остается недостаточно разработанным вопрос взаимосвязи перечисленных свойств. Проведение комплексного исследования позволит осуществить научно обоснованный выбор режимов обработки низколегированной стали 13ХФА для формирования структурного состояния, обеспечивающего комплекс повышенных свойств. В настоящее время отсутствует однозначная оценка влияния режимов послесварочной термической обработки и структуры сварных соединений на их склонность к коррозионно-механическому разрушению.

В качестве объектов исследований при решении задач повышения коррозионной стойкости сварных соединений труб использовали рулонный прокат с дополнительным субструктурным и фазовым упрочнением методом контролируемой прокатки (сталь 13ХФА). Исследования выполняли на трубах 530 × 16 мм из стали 13ХФА. В работе использовали такие традиционные

методы исследований, как металлографический анализ, механические испытания, фрактографический анализ изломов.

ВЫВОДЫ

Показаны принципы и технологические пути получения труб со сварными швами, близкими по структурному состоянию и, соответственно, механическим свойствам и коррозионной стойкости свариваемого металла, что позволяет добиться высоких показателей, соответствующих классу прочности К52.



УРАЛТРУБПРОМ
ОАО «УРАЛЬСКИЙ ТРУБНЫЙ ЗАВОД»

ОАО «Уралтрубпром»
623107, РФ, Свердловская обл.,
г. Первоуральск, ул. Сакко и Ванцетти,
д. 28
Тел.: +7 (3439) 29-75-02
e-mail: market@trubprom.com
www.uraltrubprom.ru

Литература:

1. Беликов С.В., Сергеева К.И., Карабаналов М.С., Россина Н.Г., Попов А.А. Изучение структуры неметаллических включений в стали марки 13ХФА и их влияния на инициирование процессов питтингообразования // *Фундаментальные исследования*. 2012. № 11–2. С. 367–372.
2. Беликов С.В., Сергеева К.И., Ашихмина И.Н., Степанов А.И. Изучение закономерностей структурообразования при термообработке нефтепроводных труб повышенной эксплуатационной надежности из стали 13ХФА // *Проблемы черной металлургии и материаловедения*. 2012. № 4. С. 43–48.
3. Завалицин А.Н., Кожевникова Е.В. Влияние технологии непрерывной разливки на структуру низколегированной стали на различных этапах производства // *Металлург*. 2017. № 12. С. 13–19.
4. Иоффе А.В., Тетюева Т.В., Ревякин В.А., Борисенкова Е.А., Князькин С.А., Денисова Т.В. Коррозионно-механическое разрушение трубных сталей в процессе эксплуатации // *Металловедение и термическая обработка металлов*. 2012. № 10 (688). С. 22–28.
5. Лисиенко В.Г., Титаев А.А., Нурмухаметова М.Р. Выбор режимов термической обработки нефтегазопроводных труб моделированием с учетом теплопереноса // *Сталь*. 2015. № 8. С. 62–66.