

Рисунок 3 – Изменение максимальных перемещений торца прослойки по нормали относительно перемещений при толщине $h_p = 4$ мм на S_{K_3}

В рамках анализа результатов серии численных экспериментов установлено:

- на основных поверхностях контакта наименьший уровень максимальных контактных параметров наблюдается в прослойках из материалов 1, 3, 6 и достигает около 90 МПа, в прослойках из других рассматриваемых материалов максимальный уровень контактного давления больше в среднем в 1,4 раза при толщине 4 мм;
- у прослоек из композиционных материалов наблюдается отлипание контактных поверхностей на 4-5 % от всей поверхности контакта при толщине прослойки 4 мм;
- наименьшая осадка сферической опорной части наблюдаются у опорных частей с антифрикционными прослойками из материалов 1, 2, 3, 6;
- при увеличении толщины антифрикционной прослойки не наблюдается раскрытие контакта вблизи края слоя скольжения при всех вариантах антифрикционных материалов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (проект № 18-79-00147).

Список литературы

1. Kamenskih A.A., Trufanov N.A. Regularities Interaction of Elements Contact Spherical Unit with the Antifrictional Polymeric Interlayer // Friction and Wear. – 2015. – Vol. 36, № 2. – Pp. 170-176.
2. Адамов А.А., Каменских А.А., Носов Ю.О. Математическое моделирование поведения современных антифрикционных полимеров // Прикладная математика и вопросы управления. – 2019. – № 4. – С. 43-56.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ ДЛЯ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ СТАЛИ X80

О.Е. ПЕТРЕНКО¹, АИ., ГОРДИЕНКО²

¹ Томский политехнический университет

² Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

E-mail: oe4@tpu.ru

Низкоуглеродистые малолегированные стали с высокой прочностью и низкотемпературной вязкостью разрабатываются давно и широко используются в разнообразных сферах, таких как кораблестроение, строительство зданий и морских сооружений. Одна из основных сфер применения низкоуглеродистых сталей – в качестве материала для трубопроводов. В связи с растущими требованиями производителя, повышаются требования к качеству и свойствам сталей. Для достижения необходимого

комплекса свойств используют не только изменение химического состава, но и совершенствование обработок сталей.

Но не менее важным вопросом при постройке трубопроводов является получение качественных сварных швов. Среди многочисленных способов реализации сварочного процесса использование высококонцентрированных потоков энергии лазерного излучения в настоящее время является одним из перспективных направлений развития технологий получения неразъемных соединений.

В связи с этим, цель работы – изучить микроструктуру промышленной трубной стали категории прочности X80 после термомеханической обработки, а также особенности формирования структур в зоне сварного соединения стали X80 под воздействием лазерной сварки и оценить механические свойства полученных сварных соединений.

Для исследования была использована низкоуглеродистая сталь категории прочности X80, образцы которой были поставлены после контролируемой продольной прокатки с окончанием прокатки в $(\gamma+\alpha)$ – области и последующим ускоренным охлаждением.

Таблица 1 – Состав стали категории прочности X80

Элемент	C	Mn	Si	Cr	Ni	V
Масс. доля, %	0,055	1,59	0,073	0,025	0,187	0,005
Элемент	Ti	Nb	Cu	S	P	N
Масс. доля, %	0,019	0,047	0,12	0,0043	0,0062	0,003

Структуру образцов исследовали методами оптической (ОМ) (рисунок 1) и растровой (SEM) микроскопии с помощью микроскопов Zeiss Axiovert 25 и Philips SEM 515, системы с электронным и сфокусированным ионным пучками Quanta 200 3D с приставкой NORDLYS Oxford Instruments HKL Technology для автоматического анализа дифракции обратно рассеянных электронов (EBSD), а также просвечивающей электронной микроскопии (ТЕМ) на микроскопе HT-7700.

Для изучения механических характеристик проводили измерения микротвердости на приборе ПМТ-3 с нагрузкой на пирамидку Виккерса 100 г, испытания на статическое растяжение на установке типа Поляни и ударные испытания на изгиб образцов с V-образным надрезом проводили на маятниковом копре INSTRON MPX 450 в диапазоне температур испытания $T_{исп}$ от +20 °С до –70 °С.

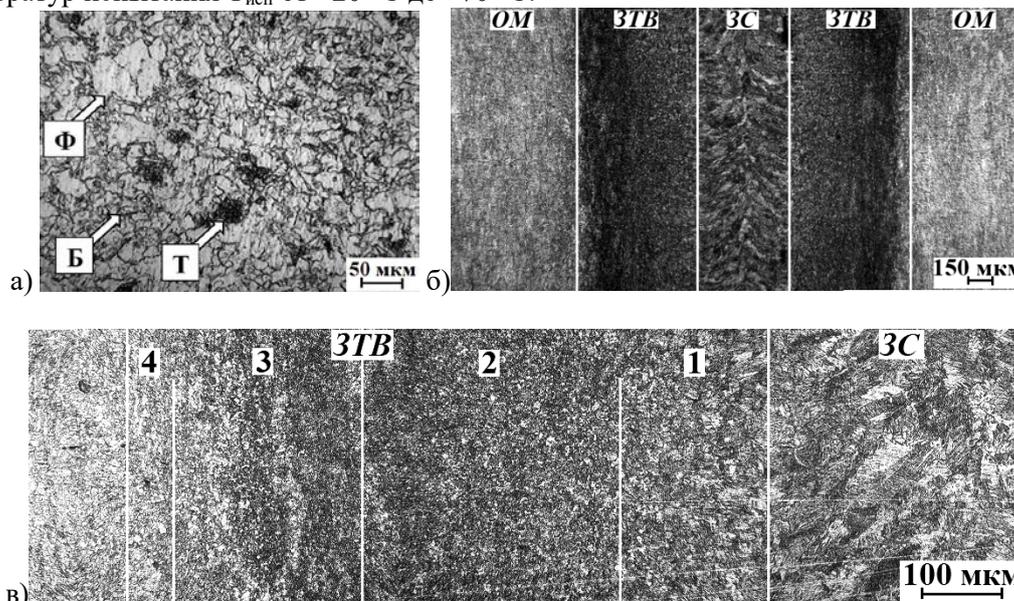


Рисунок 1 - Микроструктура стали X80: а) после контролируемой прокатки; б) сварного шва после лазерной сварки; в) зон термического влияния

По полученным результатам механических испытаний, можно сделать вывод, что полученные структуры позволяют достичь высоких прочностных характеристик и показателей ударной вязкости разрушения при различных температурах (таблица 2). Хотя и наблюдается разница в значениях ударной вязкости примерно в 2 раза.

Таблица 2 – Механические характеристики стали Х80

Сталь Х80	σ_{02} , МПа	σ_B , МПа	ϵ , %	KCV (+20 °С), Дж/см ²	KCV (-40 °С), Дж/см ²	KCV (-70 °С), Дж/см ²
После ТМО	550	680	18	400	382	310
После лазерной сварки	550	670	16,5	180	175	170

Список литературы

1. Счастливец В. М., Табатчикова Т. И., Яковлева И. Л., Егорова Л. Ю., Гервасьева И. В., Круглова А. А., Хлусова Е. И., Орлов В. В. Влияние термомеханической обработки на хладостойкость низкоуглеродистой низколегированной свариваемой стали // Физика металлов и металловедение. – 2010. – Т. 109. – № 3. – С. 314–325.
2. Шамов Е. М. Технология и оборудование многослойной лазерной сварки неповоротных стыков труб большого диаметра для магистральных трубопроводов: дис. ... канд. техн. наук. – Москва, 2019 – 169 с.
3. Степанов П. П. Оптимизация структуры и свойств сварного соединения толстостенных газопроводных труб класса прочности Х70 для подводных трубопроводов: автореф. дис. ... канд. техн. наук – Москва, 2011. – 24 с.

ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПО РАЗЛИЧНЫМ РЕЖИМАМ НА ПАРАМЕТРЫ СТРУКТУРНО-ФАЗОВОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ

М.В. ПИМОНОВ¹, А.А. КРЕЧЕТОВ¹

¹ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»
e-mail: pimonovmv@kuzstu.ru

Важнейшими задачами современного машиностроения является повышение надежности деталей машин и снижение трудоёмкости их изготовления. Надёжность деталей машин во много определяется показателями физико-механических свойств поверхностного слоя, которые зависят от структурно-фазового и напряжённо-деформированного состояния.

В настоящее время сокращение трудоёмкости осуществляется за счёт интенсификации процесса резания или совмещения нескольких переходов обработки за счёт применения обрабатывающего инструмента сложного профиля. Однако при интенсификации режимов или совмещении переходов рассматриваются лишь показатели точности поверхности обработанной детали, без анализа физико-механических свойств. Большинство существующих подходов не позволяют судить о дальнейших изменениях показателей качества, физико-механического и структурно-фазового состояния поверхностного слоя.

Актуальным становится вопрос выявления взаимосвязи параметров структурно-фазового состояния поверхностного слоя деталей машин с параметрами напряжённо-деформированного состояния при механической обработке, для разработки методики оценки состояния поверхностного слоя в процессах обработки и эксплуатации. Для решения поставленной задачи выполнен ряд исследований, включающий моделирование и