

МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621.791.92

**Д.С. Белинин, А.В. Казанцев, И.М. Морев,
И.П. Овчинников, И.С. Хомутинин**
**D.S. Belinin, A.V. Kazantsev, I.M. Morev,
I.P. Ovchinnikov, I.S. Khomutinin**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Perm National Research Polytechnic University

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАМКОВ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ

PERFORMANCE ENHANCEMENT OF DRILL PIPE LOCKS

Проведен анализ современных способов восстановительной наплавки замков бурильных труб. Рассмотрены проблемы и дефекты, возникающие при различных способах наплавки. Представлена технология восстановительной плазменной наплавки имитатора замка бурильной трубы из стали 40ХГМА проволокой 30ХГСА, описаны преимущества данного способа, проведены исследования микротвердости наплавленного слоя.

Ключевые слова: микротвердость, восстановительная наплавка, плазменная технология, наплавка тел вращения, труба.

The analysis of modern methods of restorative surfacing of drill pipe locks is carried out. The problems and defects arising at various methods of surfacing are considered. The technology of reducing plasma surfacing simulator lock drill pipe of steel(42CrMo4 DIN) wire (SCSiMn2 JIS), describes the advantages of this method, the study of microhardness of the deposited layer.

Keywords: microhardness, reducing surfacing, plasma technology, surfacing of bodies of rotation, pipe.

Высокая стоимость бурильных труб самого распространенного сортамента диаметром 102–122 мм определяет актуальность поиска и внедрения новых технологий их капитального ремонта. Как правило, наиболее интенсивному износу подвергаются замковые части бурильной трубы – ниппель и муфта. Критичным фактором износа является уменьшение диаметра замка на 10–12 % от номинала.

На текущий момент данная проблема решается следующими видами наплавки: многоэлектродная под слоем флюса, в среде защитного газа, самоза-

щитной порошковой проволокой. Однако при наплавке данными способами возникают дефекты (рис. 1), такие как свищи, подрезы, поры и трещины, перегрев тела замка.



Рис. 1. Дефекты, возникающие при наплавке замков бурильных труб [1]:
а – трещины; *б* – свищи; *в, г* – пористость

Перспективным направлением совершенствования технологий ремонта замковых частей является разработка и внедрение процессов с использованием высококонцентрированных источников энергии, в том числе плазменных технологий. Плазменная дуга обеспечивает мощное тепловое воздействие на зону обработки. Возможность регулирования концентрации энергии позволяет изменять геометрические параметры наплавляемого слоя в широких пределах, а также одновременно проводить упрочняющую термообработку основного материала [1–4].

Целью данной работы являлась отработка технологии восстановления замковых частей бурильных труб с использованием плазменной наплавки проволочного материала 30ХГСА. Химический состав стали 30ХГСА следующий: 0,28–0,34 % углерода, 0,9–1,2 % кремния, 0,8–1,1 % марганца, не более 0,3 % никеля, не более 0,025 % серы, менее 0,025 % фосфора, 0,8–1,1 % хрома и менее 0,3 % меди.

Данный материал достаточно широко применяется для изготовления бурильных труб, так как имеет в составе важные легирующие элементы, придающие стали повышенные механические и эксплуатационные свойства. Хром придает стали 30ХГСА прочность и делает ее устойчивой к коррозии. Марганец увеличивает сопротивление ударным нагрузкам, дополнительно

усиливая прочность, а также способствует повышению износостойкости в условиях высоких суммарных и контактных нагрузок, что особенно актуально для замковых частей бурильных труб. Добавление кремния необходимо для увеличения показателя ударной вязкости.

Кроме того, сталь 30ХГСА относится к разряду улучшаемых, т.е. подвергается процедуре закалки при температуре от 550 до 660 °С. Это позволяет формировать достаточно прочные и износостойкие слои тяжело нагруженных деталей при наплавочных технологиях с использованием высокоцентрированных источников энергии.

На первом этапе в работе были проанализированы основные показатели наиболее распространенных методов наплавки в сравнении с плазменными, по результатам анализа составлена таблица, в которой представлены значения основных характеристик.

Сравнение способов наплавки

Характеристики	Плазменная наплавка	Многоэлектродная наплавка под слоем флюса	Наплавка в защитных газах
Производительность, кг/ч	10–15	9–13	7–10
Износ, г/ч	4,2–4,6	8,3–8,5	4,2–4,6
Микротвердость, HRC	33–38	28–32	30–35
Время наплавки, мин	30–40	40–45	42–45
КПД, %	80–85	65–70	70–75

Далее выполнена плазменная наплавка стали 30ХГСА на образец замка бурильной трубы из стали 40ХГМА с использованием имеющегося на кафедре сварочного производства, метрологии и технологии материалов Пермского национального исследовательского политехнического университета оборудования – уникального плазмотрона разработки кафедры и универсального наплавочного станка типа УНП-500.

После проведения наплавки были подготовлены образцы-свидетели, на которых проведены замеры микротвердости по глубине наплавленного слоя и проведено сравнение, базирующееся на литературных данных, со слоями, полученными традиционными способами восстановления.

Из графика на рис. 2 видно, что микротвердость слоев, полученных при плазменной наплавке, выше, чем у полученных другими способами.

Для практического подтверждения теоретических предположений был проведен металлографический анализ образцов-свидетелей с использованием следующего оборудования:

- электроэрозионная резка,
- шлифовальный станок SIS 1000,
- заливочный пресс Leco PR-32,
- микроскоп Axiovert 40 MAT.

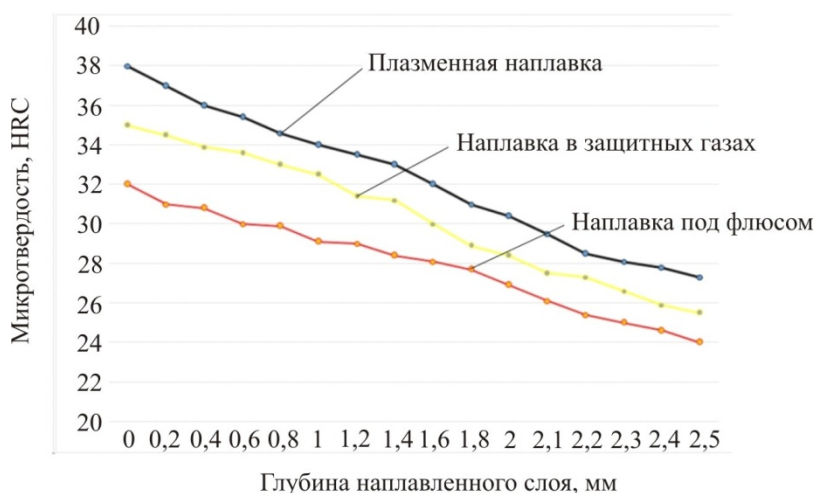


Рис. 2. Распределение микротвердости по глубине наплавленного слоя в зависимости от способа наплавки

При металлографическом исследовании (рис. 3) установлено, что наплавка выполнена в два слоя. Дефекты (поры, несплошности) на наплавленном пояске отсутствуют, дефекты в зоне сплавления не выявлены.

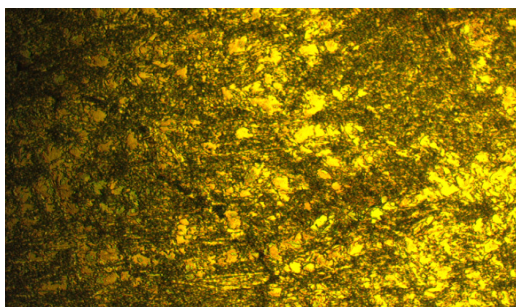


Рис. 3. Микроструктура наплавленного слоя (сталь 30ХГСА), $\times 500$

Микроструктура на 90–95 % представляет собой сорбито-перлитную смесь с величиной зерна от 9-го до 14-го номера, что удовлетворяет эксплуатационным требованиям, предъявляемым к рабочим слоям замковых частей буровых труб.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что плазменная наплавка по сравнению с традиционными способами позволяет получать бездефектные рабочие слои замковых соединений при более высокой производительности с полным обеспечением требуемых эксплуатационных характеристик как рабочего слоя, так и тела замкового соединения.

Список литературы

1. Пузряков А.Ф. Новые разработки и перспективы использования плазменных технологий // Сварочное производство. – 1997. – № 2. – С. 21–25.
2. Щицын Ю.Д. Плазменные технологии в сварочном производстве / Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2004. – Ч. 1. – 73 с.
3. Амосов А.П., Михеев Д.А. Оптимизация восстановления замковых соединений бурильных труб методом наплавки // Научные технологии в машиностроении. – 2015. – № 1. – С.
4. Глазов В.В., Работинский Д.Н., Дьяков А.Н. Восстановительная наплавка замков бурильных труб // Бурение и нефть. – 2013. – № 4. – С. 53–54.
5. Recommended hardbanding procedure manual [Электронный ресурс]. – URL: www.esabna.com/shared/documents/litdownloads/62-1216.pdf (accessed 9 Sept. 2019).

Получено 9.09.2019

Белинин Дмитрий Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры сварочного производства, метрологии и технологии материалов, механико-технологический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: 5ly87@mail.ru.

Казанцев Александр Вячеславович – магистрант, кафедра сварочного производства, метрологии и технологии материалов, механико-технологический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: box159@yandex.ru.

Морев Иван Михайлович – студент, механико-технологический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: morev23ivan@gmail.com.

Овчинников Иван Петрович – студент, механико-технологический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: vanya.ovchinnikov.98@list.ru.

Хомутинин Илья Сергеевич – студент, механико-технологический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: KhomutinInIlya@yandex.ru.