

Совершенствование технологии восстановления внутренней поверхности корпуса спайдера СПГ-80 с применением прогрессивных сварочных материалов

В.А. Рыбин
ассистент кафедры¹
Vtec11@mail.ru

В.А. Иванов
доктор технических наук, профессор кафедры¹
Ivanov_V_A@list.ru

¹Транспорт углеводородных ресурсов, Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень, Россия

В настоящее время существенно возросла доля сооружений, оборудования и деталей в ряде отраслей промышленности, в частности в нефтегазодобывающей отрасли, приближающихся к критическому сроку службы либо уже отработавших свой нормативный срок. В связи с этим перед предприятиями встает вопрос о покупке дорогостоящего оборудования и деталей.

Материалы и методы

Электродуговая наплавка порошковой проволокой ВЕЛТЕК-Н300РМ.

Ключевые слова

наплавка, порошковая проволока

В условиях экономического кризиса, закупка нового оборудования и его составляющих ставит предприятия в затруднительное финансовое положение. Таким образом, в сложившихся условиях первоочередной задачей в нефтегазодобывающей отрасли является обеспечение надежного упрочнения и восстановления изношенных поверхностей деталей машин и оборудования нефтегазодобывающей отрасли, как наиболее экономичного варианта хозяйствования.

В настоящее время широкое распространение получают технологии упрочнения и восстановления поверхностных слоев деталей машин и оборудования, одной из которых является наплавка.

Наплавка — нанесение с помощью сварки плавлением слоя металла на поверхность изделия. Процесс осуществляют нанесением металла на поверхность изделия, нагретую до оплавления или до температуры надежного смачивания жидким наплавляемым металлом, что образует одно целое с основным металлом (металлическая связь). Толщина наплавленного металла, образованного одним или несколькими слоями, может быть в 0,5...10 мм и более.

Необходимые свойства металла наплавленного слоя зависят от его химического состава, который определяется составом основного и наплавляемого металла и долями их участия в образовании покрытия. Влияние разбавления слоев основным металлом тем меньше, чем меньше доля основного металла в формировании слоя покрытия (γ_0). В связи с этим в большинстве случаев, когда требуется иметь в наплавленном слое состав, максимально приближающийся к составу наплавляемого металла, значение γ_0 следует увеличивать.

Наплавка может осуществляться различными способами (рис. 1). Выбор способа

наплавки зависит от конкретных требований предъявляемых к получаемой поверхности изделия (износостойкость, коррозионная стойкость и т.д.), характеристик деталей и поверхностей, типа производства, а также условий эксплуатации.

В нефтегазодобывающей отрасли особое место занимают машины и оборудование, предназначенные для разработки месторождений и добычи нефти и газа. Одним из которых является спайдер СПГ-80 (см. рис. 2), предназначенный для захватывания и удержания на весу колонны насосно-компрессорных труб общей массой до 80 тонн. Спайдер работает в процессе спускоподъемных операций при ремонте нефтяных скважин гидрофицированным методом или с агрегатами типа УПА-60А, а также и при бурении скважин агрегатами А50МБ в условиях умеренного и холодного (район 12) макроклиматического района по ГОСТ 16350-80.

Нормативный срок службы корпуса спайдера составляет 9–12 месяцев, после чего подлежит замене.

В процессе эксплуатации постепенно изнашивается внутренняя поверхность корпуса спайдера, т.к. она работает на подъем и удержание в условиях абразивного износа, вызванного трением металла трубы о металл внутренней поверхности корпуса спайдера.

На рис. 3 изображены поверхности наиболее подверженные истиранию, износ которых в целом определяет срок службы корпуса и спайдера в целом.

Изначально корпус спайдера изготавливают литьем из стали 32ХобЛ, по ГОСТ 977-88. Кроме изготовления корпусов спайдера СПГ-80, СПГ-50 и др., из стали 32ХобЛ также отливают различные детали вагоностроения, кронштейны, балансиры, катки и другие ответственные детали со стенкой толщиной до 50 мм.

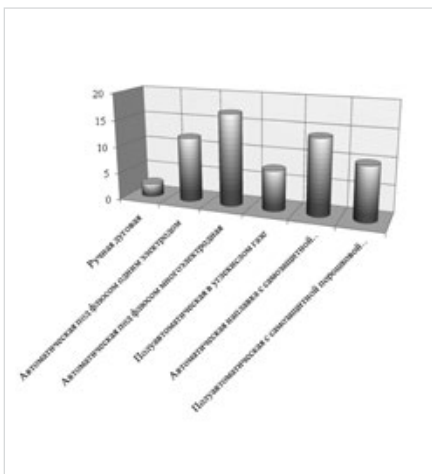


Рис. 1 — Примерная производительность различных способов дуговой наплавки, кг/ч



Рис. 2 — Общий вид спайдера СПГ-80
1 — корпус, 2 — блок клиньев и вкладышей,
3 — дверца, 4 — цилиндр,
5 — система рычагов с защелкой

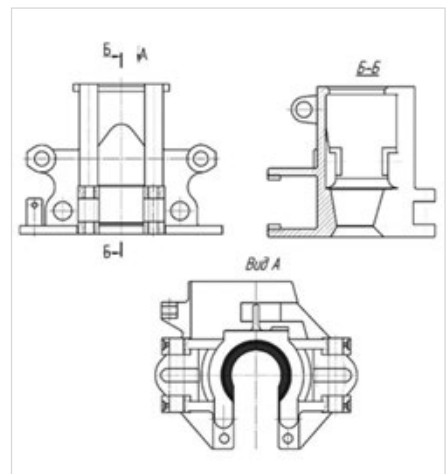


Рис. 3 — Общий вид корпуса спайдера СПГ-80 (заливкой обозначена изнашиваемая поверхность)

В таб. 1 приведен химический состав стали 32Х06Л, а в таб. 2 ее механические свойства.

Наличие в структуре стали хрома повышает ее коррозионную стойкость, но вместе с тем снижает свариваемость вследствие образования тугоплавких окислов и закалочных структур, что может создать дополнительные трудности в процессе наплавки.

В исследовательских работах восстановления работоспособности корпуса спайдера первоначально наплавка велась ручным дуговым способом электродами типа Э46 марки МР-3. Твердость внутренней поверхности корпуса спайдера после наплавки ручным дуговым способом и термообработки составила 8-12 HRC, а твердость внутренней поверхности у нового корпуса спайдера составляет 24 HRC. Поэтому было принято решение отказаться от ручной дуговой наплавки электродами МР-3, т.к. срок службы опытного образца наплавленного этими электродами составил 4 месяца, что более чем в 2 раза меньше твердости нового корпуса спайдера и нормативного срока эксплуатации.

В ходе исследования было принято решение о замене ручного дугового способа на автоматический под слоем флюса. Автоматическая наплавка под слоем флюса обладает рядом преимуществ перед ручным дуговым способом — более высокая производительность процесса наплавки, защита сварочной ванны флюсом, сведение к минимуму влияние человеческого фактора на процесс наплавки и как следствие на качество наплавленного слоя. Но самое главное преимущество заключается в том, что автоматическая наплавка под флюсом обеспечивает стабильный химический состав и механические характеристики наплавленного слоя.

Для обеспечения более высокого качества и твердости наплавленной поверхности выбор сварочных материалов велся комплексно. Для этого после тщательного анализа сварочных материалов, были выбраны стальная проволока для наплавки марки ВЕЛТЕК-Н300РМ и флюс АН-348-А.

Используемый при наплавке флюс АН-348-А ГОСТ 9087-69 способствует: стабильности горения дуги; хорошему формированию наплавочного валика и показателю пониженную склонность к образованию пор в наплавленном металле.

В таблице 3, 4 и 5 приведены химический состав проволоки ВЕЛТЕК-Н300РМ, флюса АН-348-А и режимы наплавки внутренней поверхности корпуса спайдера.

Наплавка корпуса спайдера велась на специализированном наплавочном станке СН-4-1. Также для установки и закрепления корпуса спайдера под наплавку была спроектирована подставка для наплавки, оборудованная распоркой, пневматическими прижимами и упором, а также опорами регулируемыми по высоте и наклону.

На рис. 4 приведены характеристики по твердости наплавленного слоя металла.

На рис. 5 показана схема расположения оборудования для наплавки корпуса спайдера. Наплавка корпуса спайдера велась в 3 прохода. После наложения каждого стоя выполнялась механическая обработка на токарно-карусельном станке.

После окончания процесса наплавки, наплавленное изделие подвергалось термообработке, которая необходима

C	Si	Mn	S	P	Cr
0.25–0.35	0.20–0.40	0.40–0.90	≤0.050	≤0.050	0.50–0.80

Таб. 1 — Химический состав, % по ГОСТ 977-88

Н/Д	Размер сечения, мм	σ_b , МПа	$\sigma_{0.2}$, МПа	δ , %	Ψ , %	Т.О
ГОСТ 977-88	До 100	638	441	10	20	Закалка, 890–910°C, масло. Отпуск, 620–660°C, воздух.

Таб. 2 — Механические свойства стали 32Х06Л при T=20°C

Марка проволоки	Химический состав, %						
	C	Si	Mn	Cr	Ni	S, не более	P, не более
ВЕЛТЕК-Н300РМ	0,27–0,35	0,9–1,2	0,8–1,1	0,8–1,1	0,4	0,030	0,040

Таб. 3 — Химический состав проволоки ВЕЛТЕК-Н300РМ

Марка флюса	Массовая доля, %				
	Кремния (IV) оксид	Марганца (II) оксид	Кальция оксид	Магния оксид	Алюминия оксид
АН-348-А	40–44	31–38	Не более 12	Не более 7	Не более 6

Таб. 4 — Химический состав флюса

Сила тока, А	320
Напряжение, В	34
Коэффициент наплавки, г/Ач	12,7
Толщина наплавленного слоя, мм	4
Скорость наплавки, м/ч	26
Скорость вращения сварочной головки, об/мин	1,02
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	26,4
Число проходов	3

Таб. 5 — Режимы наплавки корпуса спайдера

для достижения требуемых механических свойств, а также устранения внутренних напряжений образующихся в процессе наплавки.

Термическая обработка корпуса спайдера состоит из закалки и последующего отпуска. Сначала корпус спайдера нагревался до 890–910°C, затем осуществлялось охлаждение в масле. После закалки, для снятия внутренних напряжений проводился отпуск, заключающийся в нагреве до 620–660°C, и медленном охлаждении на воздухе.

После процесса наплавки и термообработки, твердость наплавленного слоя составила 28 HRC, что на 4 единицы больше чем у заводской детали. Срок службы опытного образца составил 1 год.

Итоги

Предложенная технология за счет увеличения твердости наплавленной поверхности позволяет продлить ресурс корпуса спайдера до 1 года.

Выводы

1. Автоматическая наплавка с использованием наплавочной проволоки ВЕЛТЕК-Н300РМ и флюса АН-348-А позволяет получить твердость внутренней поверхности корпуса спайдера СПГ-80 на 4 единицы больше, чем у заводской детали, что позволяет увеличить эксплуатационный ресурс восстановленного изделия до 1 года.
2. Предлагаемая технология восстановления внутренней поверхности является более производительной, по сравнению с ручной

дуговой наплавкой, т.к. процесс наплавки ведется в автоматическом режиме.

3. Использование автоматической наплавки ведет к снижению влияния человеческого фактора на качество наплавленной поверхности.
4. Замена ручной дуговой наплавки на автоматическую под слоем флюса, способствует снижению себестоимости восстановленного изделия, т.к. уменьшаются потери на угар и разбрызгивание, а также снижается расход электроэнергии.
5. Отсутствие огарков от электродной проволоки, а также снижение вредных выбросов образующихся при сгорании металлов и сварочных материалов, делают процесс наплавки более экологичным, по сравнению с ручным дуговым способом.

Список используемой литературы

1. Акулов А.И., Алехин В.П., Ермаков С.И. Акулова А.И. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки: Учебник для вузов — 2-е изд. испр. и доп. М.: Машиностроение, 2003. 560 с.
2. Макаренко В.Д. Надежность нефтяного оборудования: Учебное пособие. Тюмень: Вектор Бук, 2008. 352 с.
3. Сущенко А.П., Сущенко С.А. Многоэлектродная наплавка цилиндрических деталей малого диаметра // Сварочное производство. 1968. № 7.
4. Островский О.И., Григорян В.А., Станюкович В.Н., Денисов С.Ю. Теплофизические свойства стали // Сталь. 1988. № 3. С. 37–39.

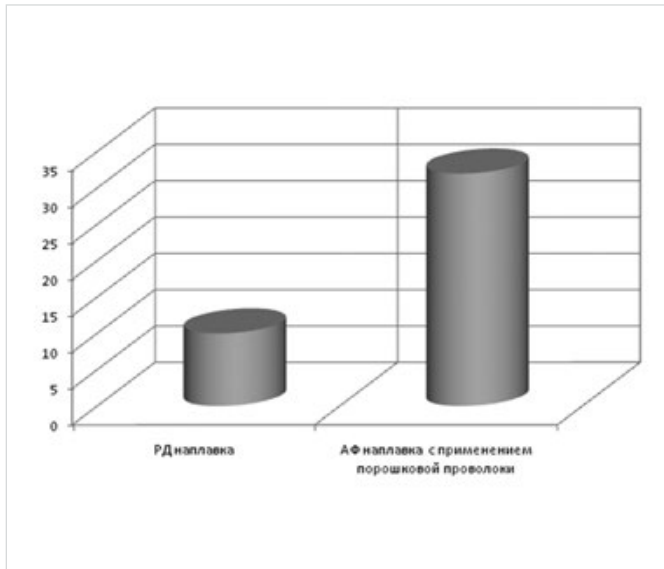


Рис. 4 — Твердость восстановленной поверхности корпуса спайдера, наплавленного различными способами

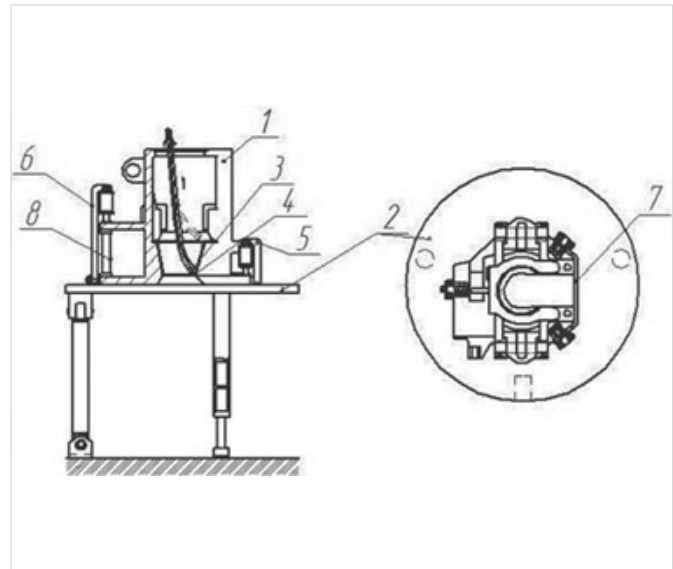


Рис. 5— Схема установки и закрепления корпуса спайдера под наплавку. 1 — корпус спайдера, 2 — стол для наплавки, 3 — сварочная головка, 4 — наплавляемая поверхность, 5 — пневматические прижимы без откидного механизма, 6 — пневматический прижим с откидным механизмом, 7 — установочный упор, 8 — распорка

ENGLISH

WELDING

Improvement of the technology of recovery of the internal surface of the body spider SPG-80 with the use of advanced welding materials

UDC 621.791.927.5

Authors:

Vasiliy A. Rybin — assistant professor¹; vtec11@mail.ru

Vadim A. Ivanov — doctor of technical sciences, professor²; Ivanov_V_A@list.ru

¹Transport of hydrocarbon resources, Tyumen State Oil and Gas University, Tyumen, Russian Federation

Abstract

Currently, substantially increased the proportion of facilities, equipment and parts in a range of industries, particularly in the oil and gas industry is approaching a critical service life or have already exhausted their standard period. In connection this there is a question to enterprises about buying expensive equipment and parts.

Materials and methods

Electric arc welding with powder wire VELTEK-N300RM.

Results

The proposed technology by increasing the hardness of the surface build-up can extend

the resources spider body up to 1 year.

Conclusions

1. Automatic welding with the use of welding wire VELTEK-N300RM and flux of AN-348-A allows to get the hardness of the internal surface of the body spider SPG-80 4 units more than at the factory parts, that allows to increase the operating life of the repaired item up to 1 year.
2. The proposed technology of restoration of the inner surface is more productive, compared with manual arc welding, because the process of welding is conducted in automatic mode.
3. The use of automatic welding leads to a decrease in the influence of the human

factor on quality of a weld surface.

4. Replacement of manual arc welding of automatic submerged arc welding, contributes to the reduction in the cost of recovered products, because losses are reduced through burning and splashing, and also reduces power consumption.
5. Lack of the wire electrode, as well as the reduction of harmful emissions from the combustion of metals and welding materials make the process of surfacing more environmentally friendly than manual arc method.

Keywords

welding, flux-cored wire

References

1. Akulov A.I., Alekhin V.P., Ermakov S.I. Akulova A.I. *Tekhnologiya i oborudovanie svarki plavleniem i termicheskoy rezki: Uchebnik dlya vuzov — 2-e izd. ispr. i dop.* [Technology and equipment for fusion welding and thermal cutting: A Textbook for high schools — 2nd ed. corr. and add.]. Moscow: *Mashinostroenie*, 2003. 560 p.
2. Makarenko V.D. *Nadezhnost' neftyanogo oborudovaniya: Uchebnoe posobie* [Reliability of oil equipment: Textbook]. Tyumen': *Vektor Buk*, 2008, 352 p.
3. Sushchenko A.P., Sushchenko S.A. *Mnogoelektrodnaya naplavka tsilindricheskikh detaley malogo diametra* [Multi-electrode welding of small diameter cylindrical parts]. *Svarochnoe proizvodstvo*, 1968, issue 7.
4. Ostrovskiy O.I., Grigoryan V.A., Stanyukovich V.N., Denisov S.Yu. *Teplofizicheskie svoystva stali* [Thermophysical properties of steel] *Stal'*, 1988, issue 3, pp. 37–39.