

УДК 622.276.5, 622.279.5

Б.А. Ерехинский; П.А. Калачихин¹, e-mail: pakalachikhin@viniti.ru¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский институт научной и технической информации» Российской академии наук (Москва, Россия).

Опыт восстановления работоспособности фонтанной арматуры на Астраханском газоконденсатном месторождении

В статье рассмотрен опыт разработки и организации производства в России запасных частей и расходных материалов, а также заводского ремонта деталей в целях восстановления работоспособности фонтанной арматуры импортного производства на Астраханском газоконденсатном месторождении. Месторождение характеризуется аномально высоким пластовым давлением и наличием агрессивных компонентов в добываемой скважинной продукции, что обуславливает высокую степень износа применяющегося оборудования. Рассмотрено одно из решений по нанесению на детали фонтанных арматур защитного покрытия WC/CO/Cr методом газотермической металлизации по технологии высокоскоростного напыления HVOF. Проанализированы результаты опытно-промышленной эксплуатации покрытия на скважине Астраханского месторождения, подтвердившие эффективность организации производства и ремонта деталей фонтанной арматуры зарубежного производства на территории Российской Федерации в рамках программы импортозамещения.

Ключевые слова: газоконденсатное месторождение, фонтанная арматура, защитное покрытие, газотермическая металлизация, высокоскоростное напыление, технология HVOF. Б.А. Yerekhinsky; P.A. Kalachikhin¹, e-mail: pakalachikhin@viniti.ru

.....

Б.А. Yerekhinsky; P.A. Kalachikhin¹, e-mail: pakalachikhin@viniti.ru

¹ Federal state budgetary institution «All-Russian Institute of Scientific and Technical Information» of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian).

Experience in Restoring the Operation Capability of the Production Treble at the Astrakhan Gas Condensate Field. The article describes the experience of development and organization of production in Russia of duplicate parts and consumables, as well as factory repair of parts in order to restore the efficiency of imported fittings at the Astrakhan gas condensate field. The field is characterized by abnormally high reservoir pressure and the presence of aggressive components in the well production, which leads to a high degree of the equipment depreciation. One of the solutions for applying WC/CO/Cr protective coatings on parts of the production treble by the method of gas-thermal metallization using the high velocity oxygen fuel high-speed spraying technology is considered. Analyzed the results of pilot-industrial operation of the coating at the well of the Astrakhan field, which confirmed the effectiveness of organizing the production and repair of parts of imported production treble in the Russian Federation as part of the import substitution program.

Keywords: gas condensate field, production treble, protective coating, gas-thermal metallization, high-speed sputtering, HVOF technology.

Астраханское газоконденсатное месторождение (АГКМ), открытое в 1979 г., характеризуется наличием аномально высокого пластового давления (АВПД), достигающего 63 МПа, статического устьевого давления до 43 МПа. Пластовая температура месторождения достигает 110 °С, устьевая температура – 60 °С. Состав пластового флюида является уникальным как для России,

так и для мира: содержание газовых углеводородных компонентов C₁ – C₄ достигает 60 моль %; H₂S и CO₂ – 30 и 15 моль % соответственно; жидких углеводородных компонентов (конденсата) – 260 г/нм³ газа сепарации; сероорганических соединений (в пересчете на серу) – до 10 г/нм³ газа сепарации, меркаптанов – до 2,21 г/нм³ газа сепарации. С газом выносятся вода (пласто-

вая и техногенная) в объеме 120 см³/м³ газа сепарации, которая по своему составу в основном относится к хлоркальциевому типу. Уровень общей минерализации воды доходит до 100–120 г/л, плотность – до 1,06 г/см³. Данные показатели стали определяющими при подготовке технических требований при закупке фонтанной арматуры (ФА) для эксплуатации месторождения.

По причине отсутствия отечественных аналогов первые закупки арматуры производились у иностранных производителей: CAMERON GmbH (Германия) и Malbrancque SA (Франция) [1]. Кроме того, было закуплено несколько комплектов арматуры у компаний Anson (Великобритания), Barber (Канада) и FMC Technology (Франция).

Опыт эксплуатации импортных ФА на АГКМ с 1987 г. показал, что, несмотря на высокое качество материалов и изготовления ФА по стандартам API, отдельные узлы подвержены эрозионно-коррозионному износу различной степени интенсивности. Степень износа зависела как от технологической нагруженности деталей, так и от срока эксплуатации (рис. 1). Кроме того, было отмечено несоответствие фактического качества оборудования различных производителей.

В ходе регламентированного технического обслуживания ФА перед специалистами Газпромнефтегазового управления ООО «Газпром добыча Астрахань» встал вопрос о поставке запасных деталей импортного производства. В рамках программы импортозамещения отечественными производителями было организовано производство запасных частей и расходных материалов для ФА импортной поставки, а также налажен их заводской ремонт. Отечественными компаниями было организовано изготовление заготовок шиберов и уплотнительных колец размерами 41/16", 31/16" и 21/16" для задвижек ФА



Рис. 1. Пример разрушения шибера задвижки фонтанной арматуры
Fig. 1. An example of destruction of the gate of the production treble

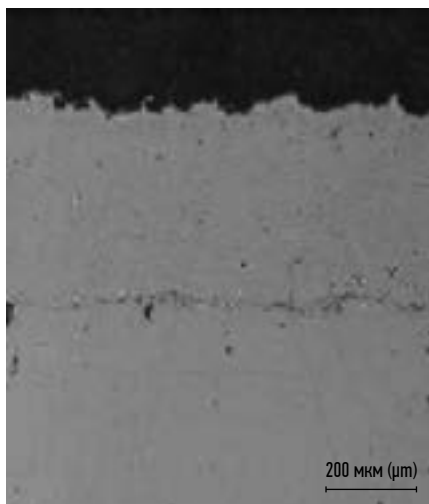


Рис. 2. Снимок микрошлифа газотермического покрытия из материала WC/CO/Cr при увеличении с помощью электронного микроскопа

Fig. 2. Photo of the polished microspecimen of the gas-thermal coating of the WC/CO/Cr material with the use of an electron microscope magnification

по стандарту API 6A 10000 psi.

В рамках технологической кооперации отечественными производителями запасных частей было организовано нанесение защитного покрытия на основе материала WC/CO/Cr на заготовки шибера и уплотнительных колец. Нанесение покрытия проводилось методом газотермической металлизации по технологии высокоскоростного напыления HVOF (от англ. high velocity oxygen fuel – кислородное топливо для высокоскоростного напыления). После нанесения газотермического покрытия производились шлифовка и полировка напыленного слоя, а также притирка уплотнительных колец. Толщина покрытия составляла 250–350 мкм. Контроль нанесенного покрытия на предмет растрескивания и наличия сквозных пор проводился методом цветной дефектоскопии и по образцам-свидетелям. По данным заводского контроля, адгезия нанесенного защитного покрытия из WC/CO/Cr к металлу подслоя составляла более 90 МПа, пористость – менее

1 %, а микротвердость – 900–1200 HV. На микрошлифе газотермического покрытия из WC/CO/Cr при увеличении с помощью электронного микроскопа отмечается высокая плотность и однородность покрытия толщиной 250 мкм (рис. 2).

Было изготовлено и поставлено более 250 комплектов шиберов различных типоразмеров. Детали успешно прошли опытно-промышленную эксплуатацию и используются в качестве деталей ФА эксплуатационного фонда скважин АГКМ. Аналогичные комплекты также поставлялись в рамках программы импортозамещения для эксплуатации Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения, на котором содержание сероводорода достигает 6 моль %. Технологическая операция по нанесению газотермического покрытия по технологии высокоскоростного напыления HVOF (рис. 3) характеризуется высокой скоростью газовой струи, достигающей скорости звука – 8 М. Данная работа производится с применением роботоманипулятора в звукоизолированной камере.

Детали (шиберы) после нанесения газотермического покрытия проверяются методом цветной дефектоскопии (рис. 4).

Газотермические покрытия по технологии высокоскоростного напыления HVOF были испытаны в лабораторных



Рис. 3. Технологическая операция по нанесению газотермического высокоскоростного напыления по технологии HVOF

Fig. 3. Technological operation for the gas-thermal high-speed spraying using the HVOF technology

Ссылка для цитирования (for citation):

Ерехинский Б.А., Калачихин П.А. Опыт восстановления работоспособности фонтанной арматуры на Астраханском газоконденсатном месторождении // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2019. № 6. С. 48–50.

Erekhinsky B.A., Kalachikhin P.A. Experience in Restoring the Operation Capability of the Production Treble at the Astrakhan Gas Condensate Field. Territorija «NEFTEGAS» [Oil and Gas Territory]. 2019;6:48–50. (In Russ.)



Рис. 4. Цветная дефектоскопия шиберов
Fig. 4. Dye penetrant examination of gates

условиях ООО «Газпром ВНИИГАЗ» на соответствие техническим требованиям СТО 31323949-055-2011. В заключении ООО «Газпром ВНИИГАЗ» № 31323949-090-2012 сказано, что данные покрытия в соответствии с 10-балльной шкалой коррозионной стойкости по ГОСТ 9.908 [2] относятся к первой группе стойкости.

При проведении работ по диагностированию оборудования в соответствии с требованиями Федерального закона № 116-ФЗ от 21.07.1997 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [3] на АГКМ отмечена негерметичность пневмозадвижки 31/16" на ФА производства ANSON. Срок эксплуатации ФА до выявления дефекта составлял 36 мес. При разборке неисправной задвижки были обнаружены дефекты на поверхности шибера: растрескивание, пузырение и частичное разрушение защитного металлизационного слоя заводского покрытия (рис. 5).

Была разработана программа восстановления и опытно-промышленного испытания шибера после ремонта. Задача по восстановлению усложнялась наличием эффекта наводороживания структуры металла детали, а также отсутствием заводских чертежей. Восстановление шибера было поручено специалистам ЗАО «Плакарт», на заводе которого поврежденное заводское покрытие было снято и нанесено новое покрытие из материала WC/CO/Cr методом газотермического напыления по технологии HVO. Толщина покрытия составила 350 мкм. Затем нанесенное покрытие было отшлифовано в размер.

Отремонтированный шибер согласно программе испытаний был смонтирован в задвижку, которая в период с 13.04.2015 по 02.12.2015 прошла опытно-промышленную эксплуатацию на скв. 6833 АГКМ. После демонтажа, повторной разборки задвижки и проведения контрольных мероприятий было установлено, что на поверхности шибера в зоне уплотнения «седло – шибер» с обеих сторон шибера корро-



Рис. 5. Шибер ANSON с дефектом до и после ремонта
Fig. 5. ANSON gate with defect before and after repair



Рис. 6. Отремонтированный шибер ANSON после испытаний на эксплуатационной скважине
Fig. 6. Repaired ANSON gate after testing at the production well

зионных, эрозионных и механических повреждений не выявлено. Отмечено изменение цвета покрытия без изменения его механических свойств. По результатам опытно-промышленной эксплуатации был сделан вывод, что износостойкое покрытие шибера пневмозадвижки 31/16" API 6A 10000 psi фирмы ANSON, отремонтированного ЗАО «Плакарт» с применением технологии HVOF, прошло испытание в объеме, предусмотренном программой испытаний, с положительным результатом (рис. 6).

Таким образом, получен и готов к масштабированию опыт импортозамещения при ремонте и замене шиберов ФА эксплуатационного фонда АГКМ. Полученный результат является актуальным в условиях политики секторальных санкций со стороны стран ЕС и США. Кроме того, необходимо учитывать экономические аспекты импортозамещения, поскольку газотермические покрытия проводятся на отечественном оборудовании и из отечественного сырья.

Литература:

1. Филиппов А.Г., Ерехинский Б.А., Коренькин А.Ф. и др. Техническое диагностирование, обслуживание и ремонт фонтанной арматуры на Астраханском ГКМ. // Газовая промышленность. 2016. № 2. С. 108–111.
2. ГОСТ 9.908–85. Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Металлы и сплавы. Методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости [Электронный источник]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200007383> (дата обращения: 20.06.2019).
3. Филиппов А.Г., Ерехинский Б.А. Диагностирование оборудования объектов добычи сероводородосодержащих газа, газового конденсата, нефти ОАО «Газпром» // Газовая промышленность. 2013. № 7 (693). С. 86–91.

References:

1. Filippov A.G., Yerekhinsky B.A., Korenyakin A.F., et al. Technical Diagnostics, Maintenance and Repair of the Production Treble at the Astrakhan Gas Condensate Field. *Gazovaya promyshlennost* [Gas Industry]. 2016;2:108–111. (In Russ.)
2. Interstate Standard (GOST) 9.908–85. Unified System of Corrosion and Ageing Protection. Metals and Alloys. Weblog. Available from: <http://docs.cntd.ru/document/1200007383> [Accessed 20th June 2019]. (In Russ.)
3. Filippov A.G., Yerekhinsky B.A. Diagnostics of Equipment for Production of Hydrogen Sulfide Gas, Gas Condensate and Oil of Gazprom JSC. *Gazovaya promyshlennost* [Gas Industry]. 2013;7 (693):86–91. (In Russ.)