

Газотермические методы комплексной защиты от коррозии и износа нефтедобывающего оборудования

Балдаев Л.Х.

Технологические системы защитных покрытий
Доклад на конференции «Механизованная добыча»

В связи с усложнением условий добычи все более востребованной в добыче нефти становится механизированная добыча, от 60 до 90% скважин в зависимости от месторождения снабжены УЭЦН. Это обусловлено высокой производительностью, легкостью обслуживания, как следствие, низкой себестоимостью добываемой нефти. Однако сероводород, соли, механические примеси резко снижают ресурс работы УЭЦН. Задачи продления ресурсов могут решаться применением специальных материалов корпусов или применением защитных покрытий. Применение специальных материалов ограничивается высокой себестоимостью самих материалов, трудностью последующей их обработки. Применение спецсталей решает проблему продления ресурса не во всех условиях, то есть их широкое применение неизбежно потребует резкого увеличения вариаций исполнения УЭЦН а значит, увеличения их цены.

Все большее значение во всем мире приобретает применение покрытий. Опыт Shell, Chevron, Texaco, BP, массово применяющих защитные покрытия для продления ресурса УЭЦН, показывает, что наиболее востребованы покрытия для защиты от коррозии корпуса, двигателя и гидрозащиты УЭЦН. В настоящее время наибольшее распространение для защиты корпусов насосов получили:

- Monel, наносимый электродуговой металлизацией. При высокой коррозионной стойкости Monel, высокая (15-20%) пористость, получаемая при ЭДМ, приводит к ослаблению коррозионной стойкости поверхности.
- Плазменное напыление порошками типа Monel, при более высокой себестоимости, дает возможность получить пористость в пределах 3-5%, однако этого все еще не достаточно для обеспечения герметичности, поэтому покрытие требует дополнительной пропитки. Существенной проблемой покрытий из Monel является серьезная разница электрохимических потенциалов основного материала и покрытия.
- Сплавы на основе NiCrBSi (например, Colmonoy), наносимые плазменным методом с последующим оплавлением. Метод мало распространен из-за существенно более высокой себестоимости (большое количество технологических операций, высокая стоимость материалов), а так же из-за высокой вероятности нарушения геометрии изделий (поводки) в процессе оплавления при $t=1040^{\circ}\text{C}$.



В 2001-2005 г. нашим предприятием совместно с ВНИИГАЗ и НИИ ЗП «ТСЗП_Сатурн» было проанализировано более 40 различных видов покрытий. Привлечение ВНИИГАЗ было продиктовано необходимостью решения задач по защите НКТ ООО «Астраханьгазпром» в ходе исполнения программы импортозамещения и обеспечения коррозионной защиты в среде с содержанием 26% H_2S .

Были рекомендованы к применению для покрытия корпусов НКТ материалы покрытий на основе железа, что обеспечивает близость электрохимических потенциалов. А легирование обеспечивает коррозионную стойкость не ниже материалов типа

сверхдорогостоящего Hastelloy. За счет применения высокоскоростного метода нанесения покрытий необходимые защитные свойства обеспечиваются при толщине не более 150 мкм. При этом обеспечивается микротвердость на уровне 500-800 HV что гарантирует высокую износостойкость.

Сравнительные характеристики – таблица.

Метод	Материал	Прочность сцепления, МПа	Пористость, %	Твердость, HRC
Электродуговая металлизация	Monel	15-30	15-20%	40-45
Плазменное напыление	Monel	50...70	1...3	48...62
Плазменное напыление с оплавлением	Colmonoy	Более 80	Менее 1	48...66
Высокоскоростное напыление	Нержавеющие сплавы на основе железа	Более 80	Менее 1	48...62

Данные покрытия прошли испытания в 2003 г. «Самаранефтегаз» НК «Юкос». Работа проводилась совместно с ДП ОАО Алнас ООО «Алнас-Сервис». По результатам испытания с 2004 г. покрытия были переведены в промышленное использование при производстве УЭЦН в коррозионно-стойком исполнении ОАО «Алнас», ОАО «Борец», ОАО «Новомет».

На техническое решение получен патент №38817 от 30.12.2004.

Необходимо отметить, что характеристики получаемых покрытий обеспечивают

коррозионную стойкость не ниже, чем Monel и Colmonoy, износостойкость, превышающую данные сплавы и не требуют специальных пропиток.

Существенным преимуществом является также ремонтпригодность данного покрытия по сравнению с покрытиями, требующими пропитки. Т.к. полимеры не позволяют получить достаточную адгезию на стыке старого и нового покрытия, пропитанное покрытие подлежит полному удалению перед нанесением нового, чего не требуется для высокоскоростного напыления.

Ресурс работы насоса обеспечивается не только корпусом, но и рабочим колесом, направляющим аппаратом, подшипниками скольжения (как опорными, так и упорными).

Работы по защите проточной части ведутся в нескольких направлениях:

- Применение специальных чугунов, Ni-резистов.
- Применение защитных покрытий

С точки зрения себестоимости применение покрытий наиболее оправданно, т.к. твердые сплавы в коррозионно-стойком исполнении могут наноситься практически на любой материал основы.

Отработана и прошла опытное апробирование технология напыления материалов типа WC-CoCr.

Перспективной представляется методика введения специальных добавок в состав покрытия, которая позволяет достичь снижения отложения солей на рабочих органах насосов.



ООО «Технологические системы защитных покрытий», созданное сотрудниками НПО «ЦНИИТМАШ», в 1990 г. - ведущий поставщик оборудования газотермического напыления: газопламенного, плазменного, высокоскоростного. В компании работает несколько докторов и кандидатов наук, ведется постоянное сотрудничество с отраслевыми НИИ.

Web: www.tspc.ru e-mail: plasma@tspc.ru

Тел/факс: +7 (495) 672 8838

Высокие контактные нагрузки, которым подвержены подшипники скольжения ротора ЭЦН в процессе эксплуатации (особенно внутренняя обойма) требует разработки новых конструкций и применения новых материалов.

Стандартными решениями являются:

- Применение спеченного твердого сплава на базе карбидов вольфрама.
- Применение спеченных керамик на базе окислов алюминия и окисей циркония.
- Напыление на внутреннюю обойму керамики на базе окиси алюминия или твердого сплава

Однако достаточно высокий коэффициент трения часто вызывает перегрев подшипника. А спеченные материалы имеют довольно высокую хрупкость, что нередко приводит к разрушению подшипника при эксплуатации.

Инженерами ТСЗП проводятся испытания новых материалов для подшипников скольжения УЭЦН:

- Применение на наружных обоймах твердых сплавов нового поколения позволит значительно повысить надежность и снизить коэффициент трения.
- Для внутренней обоймы на стальную основу возможно напыление:
 - твердый сплав с добавками антифрикционных материалов, как полимерных, так и минеральных
 - керамики типа «Шпинель», в т.ч. с добавками политетрафторэтилена

К осени 2006 г., после завершения испытаний, на рынок будут предложены новые пары трения в виде готовых изделий.

Штанговые насосы все еще достаточно часто используются, особенно для малодебитных скважин. Актуальная проблема – защита плунжера штангового насоса. Спектр применяемых методов:

- азотирование, цементрование, гальваника, - обеспечивают износостойкость, но не обеспечивают коррозионной стойкости.
- напыление Solmonou с последующим оплавлением обеспечивает высокую коррозионную и износостойкость, однако высокие температуры при оплавлении вызывают значительную деформацию плунжеров. Идеальная геометрия зачастую не может быть восстановлена даже после правки. Для получения необходимой геометрии наносятся покрытия до 0,5 мм, но остаточные напряжения часто приводят к деформации в процессе эксплуатации.

ТСЗП совместно с Элкам-Нефтемаш разработаны покрытия как аналогичного состава, так и на базе легированных высокоуглеродистых сталей, обеспечивающие высокую коррозионную и износостойкость, низкие коэффициенты трения. Покрытия наносятся высокоскоростным газопламенным методом без оплавления, толщиной 150-200 мк.

В ходе испытаний было нанесено покрытие на 800 плунжеров. Цикл испытаний заканчивается осенью 2006 г.

ТСЗП совместно с Ижнефтемаш отрабатывает технологии ремонта плунжеров насосов, изготовленными другими методами.