



ПОКРЫТИЯ HILONG СЕРИИ TC 3000 ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ НКТ ОТ КОРРОЗИИ. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ

ГИЛЕНЮК Юрий Владимирович

Заместитель коммерческого директора Техномаш / Hilong Russia
yuriy.gilenyuk@hilong.ru

Двуслойные жидкие и порошковые покрытия Hilong серии TC 3000 предназначены для защиты насосно-компрессорных труб (НКТ) от коррозии и других осложняющих факторов.

Собственная система разработки и производства материалов покрытий, их нанесение с применением высокотехнологичного оборудования и подбор под условия эксплуатации позволяют добиться высокого качества и максимальной эффективности применения покрытий, на порядок увеличить наработку НКТ и сократить количество отказов. Покрытия Hilong серии TC 3000 успешно применяются для защиты НКТ скважин, оборудованных УЗЦН и СШНУ, скважин водозаборного фонда и фонда поддержания пластового давления (ППД), а также газовых скважин нефтегазодобывающих компаний России и стран СНГ.

Hilong Russia – часть международного холдинга Hilong Group, объединяющего более 40 предприятий по производству высокотехнологичного нефтегазового оборудования в 15 странах мира, в том числе 13 заводов по производству покрытий в пяти странах: Китае, России, США, Канаде и ОАЭ. Hilong Group присутствует на рынке с 2002 года и, помимо производства оборудования, оказывает комплексные нефтесервисные услуги. Штаб-квартира Hilong Group находится в г. Шанхае (Китай), в компании работают около 3500 сотрудников.

В состав Hilong Russia входят три производственных актива по нанесению покрытий на НКТ, бурильные и обсадные трубы: ООО «Техномаш» в г. Невьянске Свердловской области, завод Hilong Petroleum Pipeline Service в г. Сургуте и завод Hilong в г. Оренбурге, которые были запущены в 2012, 2018 и 2019 годах соответственно.

Среди партнеров Hilong Russia – ПАО «Газпром», ПАО «Газпром нефть», ПАО «ЛУКОЙЛ», ПАО НК «РуссНефть» и другие ведущие нефтяные компании.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКРЫТИЙ

Покрытия Hilong серии TC 3000 успешно применяются в шести странах мира на протяжении более 16 лет. В основе этих покрытий лежит модифицированная эпоксидная смола, придающая покрытию заданные свойства, в том числе устойчивость к воздействию высоких температур.

Разработаны и используются жидкие и порошковые покрытия толщиной 150-250 мкм и 175-660 мкм соответственно. Все покрытия данной серии двуслойные: сначала наносится нижний слой или праймер, обеспечивающий хорошую адгезию между покрытием и поверхностью металла трубы, затем верхний защитный слой.

И покрытия, и материалы для их производства разрабатываются в научном центре Hilong в г. Шанхае,

Рис. 1. Нанесение покрытия Hilong на торцы НКТ и межниппельное пространство муфты



Покрытие на торцах НКТ



Покрытие межниппельного участка муфты

Рис. 2. Увеличение средней текущей наработки НКТ с покрытием Nilong TC 3000 по сравнению с НнО НКТ без покрытия на добывающем фонде УЭЦН, раз

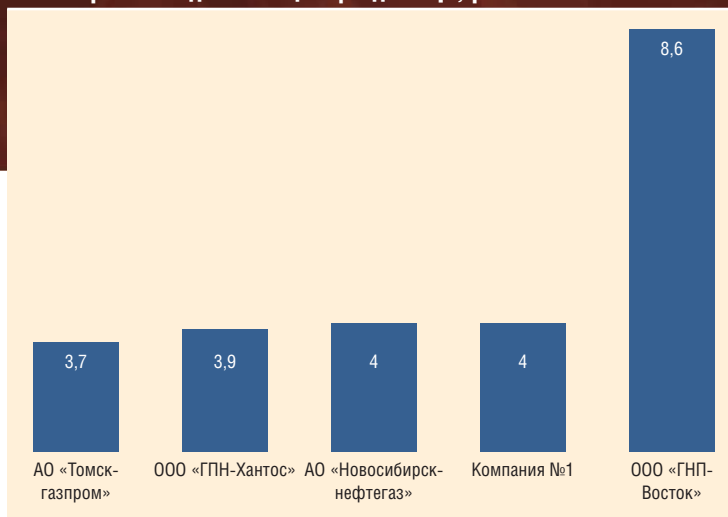


Рис. 3. Результаты ОПИ покрытия Nilong TC 3000С на фонде смешанной коррозии

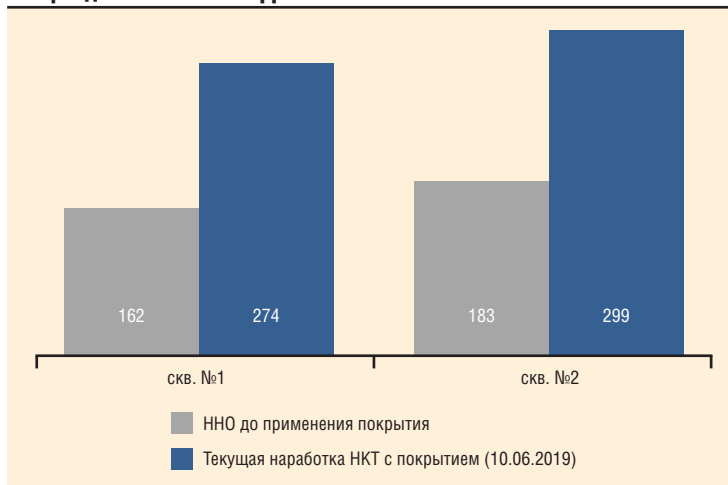
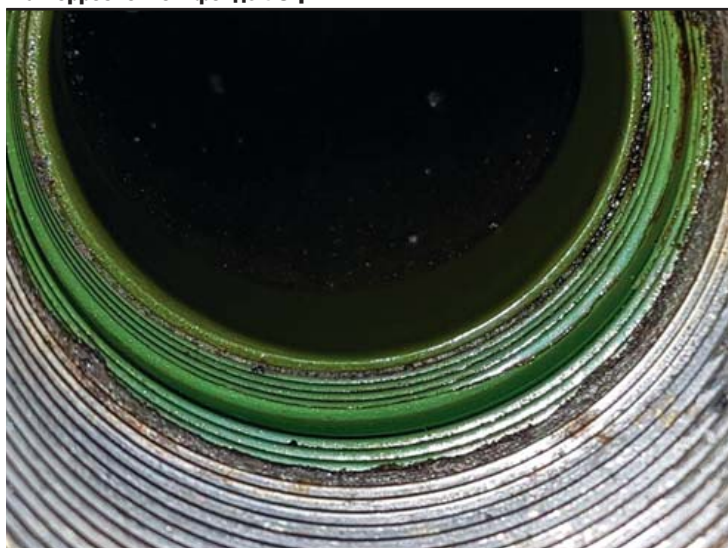


Рис. 4. Внешний вид покрытия TC 3000F после 966 сут эксплуатации на коррозионном фонде УЭЦН



производство покрытий также сосредоточено на собственном заводе Nilong в г. Шанхае. Подбор покрытий осуществляют технические специалисты компании на основе подробного опросного листа, заполняемого заказчиками. Система, сочетающая разработку, производство материалов, их корректный подбор и нанесение покрытий с контролем технологии и материалов, позволяет добиться высокого качества и максимальной эффективности их применения.

ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЯ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

При нанесении покрытий Nilong серии TC 3000 используется высокотехнологичное оборудование и процессы. Сначала производится подготовка внутренней поверхности НКТ, которая включает в себя термическое обезжиривание при температуре 400°C и абразивоструйную очистку. Далее производится нанесение первого слоя покрытия (праймера) и его полимеризация при температуре 130°C, затем – нанесение второго (основного) слоя и его полимеризация при температуре 200°C. На каждом этапе нанесения покрытий проводятся необходимые контрольные операции, по окончании процесса трубы маркируются и упаковываются для отправки заказчикам.

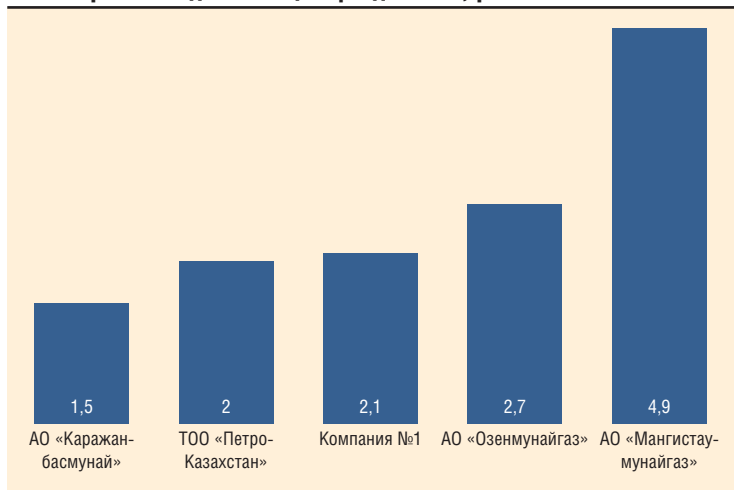
Каждый завод Nilong Russia имеет собственную лабораторию, оснащенную современным оборудованием для проведения многоэтапного контроля качества покрытий. Контролю подлежат такие параметры покрытия, как толщина сухой пленки (ISO 2808), диэлектрическая сплошность на 100% труб (NACE TM 0384), шероховатость (ISO 4287), твердость (ISO 15184), износостойкость (ASTM D968), адгезия (ISO 2409, BS EN 10289). Также проводятся испытания покрытий высокой температурой и давлением (NACE TM 0185).

Компания Nilong применяет технологию нанесения покрытия на торцы НКТ и межниппельное пространство муфты (рис. 1). Покрываются первые два-три витка резьбы, что позволяет обеспечить защиту всей поверхности металла НКТ, которая соприкасается с коррозионной средой.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НА СКВАЖИНАХ ФОНДА УЭЦН

НКТ с покрытиями Nilong серии TC 3000 хорошо зарекомендовали себя на добывающем фонде УЭЦН, осложненном углекислотной и сероводородной коррозией: было достигнуто значительное увеличение средней текущей наработки НКТ с покрытием по сравнению с наработкой на отказ (НнО) без покрытия (рис. 2). НКТ с покрытием TC 3000 эксплуатировались при обводненности продукции скважин до 99%, содержании углекислого газа до 150 мг/м³, температуре до 111°C. Макси-

Рис. 5. Увеличение средней текущей наработки НКТ с покрытием Nilong TC 3000F по сравнению с ННО (истирание) НКТ без покрытия на добывающем фонде УШГН, раз

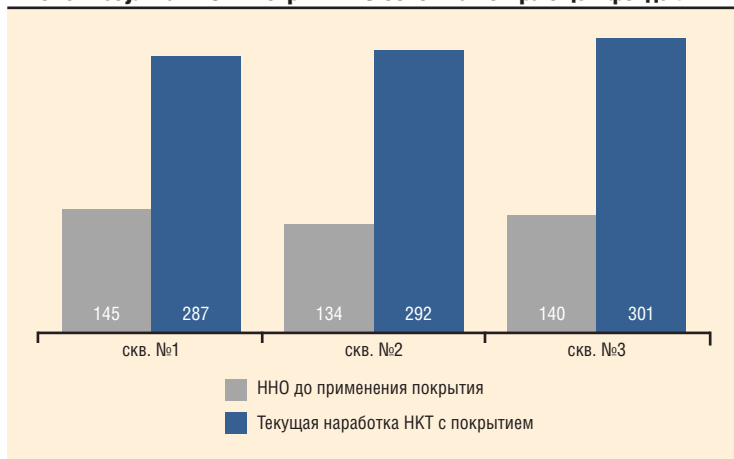


мальные текущие наработки НКТ с покрытием в 2018-2019 годах составили 2680, 1800 и 1550 суток.

В ООО «НПЦ «Самара» было получено новое подтверждение эффективности покрытия TC 3000C на фонде, осложненном смешанной коррозией (CO₂ + H₂S): по результатам ОПИ был достигнут рост текущей наработки НКТ в 1,5-2 раза: от 162 до 274 сут на одной скважине и от 183 до 299 сут – на другой (рис. 3), и покрытие было рекомендовано к промышленному внедрению.

Покрытие TC 3000 сохраняет свои свойства в течение длительного периода эксплуатации, что, в частности, подтверждается его внешним видом после 966 сут использования в коррозионной среде скважины, обору- дованной УЭЦН (рис. 4).

Рис. 6. Результаты ОПИ покрытия TC 3520A на истирающем фонде УШГН



ВЫДЕРЖКИ ИЗ ОБСУЖДЕНИЯ

Вопрос: Юрий Владимирович, все ли покрытия Nilong наносятся на заводах компании, или допускается их нанесение на сторонних производственных мощностях?

Юрий Гиленюк: Все покрытия Nilong наносятся только на заводах компании.

Вопрос: Вы отметили, что толщина порошковых покрытий составляет от 175 до 660 мкм – это довольно-таки широкий разброс. Чем определяется этот показатель – технологическими особенностями краски, неравномерностью ее нанесения или условиями эксплуатации покрытия?

Ю.Г.: Разброс не такой уж широкий, в данном случае указан диапазон толщин для четырех типов покрытий Nilong. То есть толщина одного типа покрытия составляет 175 мкм, другого – 350 мкм и т.д. Рекомендации по толщине покрытий нам дает производитель порошковых материалов.

Вопрос: Есть ли опыт применения покрытий Nilong на линейных трубопроводах в России?

Ю.Г.: Такой опыт пока отсутствует, но мы осуществляем подготовку к проведению соответствующих байпасных испытаний. Мощности наших заводов позволяют наносить внутреннее покрытие на трубы диаметром до 219 мм.

Вопрос: Проводятся ли на каком-либо заводе Nilong в России ремонты НКТ с покрытием?

Ю.Г.: Нет, ни один из наших заводов пока не нацелен на проведение работ по ремонту НКТ, но, возможно, со временем мы придем к такой необходимости.

Вопрос: Во всех приведенных Вами примерах применения НКТ с покрытием вы оперировали понятием текущей наработки. Но, поскольку наработка не может быть бесконечной, хотелось бы узнать, какого вида дефекты служат причинами отказов НКТ с покрытием Nilong?

Ю.Г.: Информацию о текущих наработках НКТ мы получаем непосредственно от потребителей нашей продукции, от них еще не поступало информации об отказах НКТ из-за повреждения покрытия. Но известны случаи отказов НКТ по причине нарушения резьбы из-за механических повреждений.

Вопрос: Каков процент отбраковки НКТ при входном контроле для последующего нанесения покрытия?

Ю.Г.: Доля отбраковки не превышает 1%. Следует отметить, что трубная продукция, которую мы отбраковываем, может соответствовать всем требованиям ГОСТ, но при этом качество ее внутренней поверхности не позволяет нанести покрытие целостно. Для таких труб мы составляем акт отбраковки с указанием причин, и данная труба возвращается заказчику вместе с НКТ с нанесенным покрытием.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НА СКВАЖИНАХ ФОНДА СШНУ

На добывающих скважинах, оснащенных СШНУ и осложненных истирающими нагрузками в сочетании с коррозией, использовались НКТ с покрытиями Nilong серии ТС 3520А. Это позволило увеличить среднюю текущую наработку НКТ в 1,5-4,9 раз по сравнению с ННО (истирание) НКТ без покрытия (рис. 5). Покрытие ТС 3520А представляет собой толстослойное покрытие с добавлением графита, который препятствует истиранию. Данное покрытие использовалось при обводненности скважин до 86%, содержании углекислого газа до 150 мг/м³, сероводорода – до 4 мг/м³, температуре до +90°С.

В 2019 году было получено новое подтверждение эффективности покрытия ТС 3520А в борьбе с истиранием на фонде СШНУ во время проведения ОПИ в одной из российских нефтедобывающих компаний. Текущая наработка НКТ с покрытием на трех скважинах выросла примерно вдвое по сравнению с ННО НКТ без покрытия (рис. 6). Были зафиксированы сокращение затрат по сравнению с НКТ без покрытия и прирост NPV. По результатам ОПИ покрытие было рекомендовано к промышленному внедрению.

На истирающем фонде АО «Мангистаумунайгаз» (Республика Казахстан) покрытие ТС 3520А пол-

ностью сохранило свои свойства после 304 сут эксплуатации (рис. 7).

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПОКРЫТИЙ НА СКВАЖИНАХ ВОДОЗАБОРНОГО И ППД-ФОНДА

При использовании покрытий Nilong серии ТС 3000 на скважинах водозаборного и ППД-фонда было достигнуто увеличение средней текущей наработки НКТ в 2-3,1 раза по сравнению с ННО НКТ без покрытия (рис. 8). Максимальные показатели текущей наработки составили от 734 до 1303 суток.

Покрытия эксплуатировались в средах с содержанием углекислого газа до 35 мг/м³, сероводорода – до 0,2 мг/м³, температуре до +62°С и приемистости скважин до 4000 м³/ч. После эксплуатации на протяжении 737 сут покрытие полностью сохранило свои свойства (рис. 9).

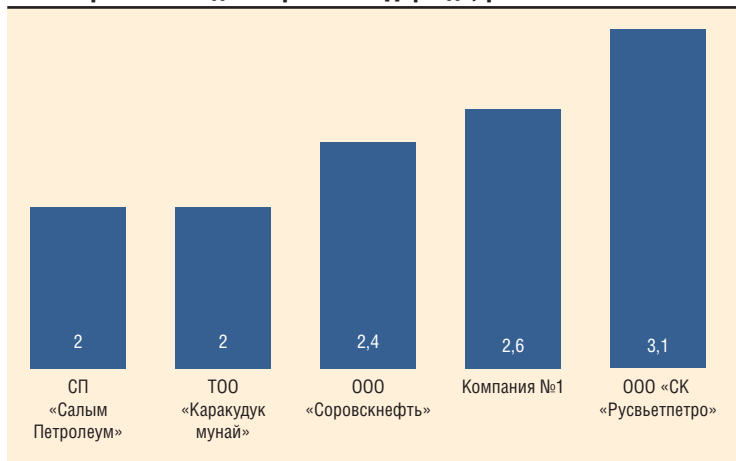
ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПОКРЫТИЙ НА ГАЗОВЫХ СКВАЖИНАХ

НКТ с покрытием Nilong серии ТС 3000F применялись в газовых скважинах АО «Томскгазпром». По результатам использования было достигнуто увеличение средней текущей наработки НКТ до 229-676 сут (рис. 8).

Рис. 7. Внешний вид покрытия ТС 3520А после 304 сут эксплуатации на истирающем фонде УШГН АО «Мангистаумунайгаз»



Рис. 8. Увеличение средней текущей наработки НКТ с покрытием Nilong TC 3000F по сравнению с НнО без покрытия на водозаборном и ППД-фонде, раз



По состоянию на сентябрь 2020 года в эксплуатации находились 15 газовых скважин, оборудованных НКТ с покрытием TC 3000F.

ПРОДЛЕНИЕ СРОКОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ НКТ

Компания Nilong разработала рекомендации для увеличения срока службы покрытий НКТ. Несмотря на то, что соответствующая инструкция включена во все договорные и тендерные документы и на нее также есть ссылка в сертификате качества продукции, бригады по капитальному ремонту скважин (КРС) нередко не знают об этом документе и не соблюдают основные принципы обращения с НКТ с покрытием.

Компания Nilong настоятельно рекомендует соблюдать правила транспортировки НКТ, разгрузки, хранения и проведения спускоподъемных операций (СПО).

Рис. 10. Увеличение средней текущей наработки НКТ с покрытием Nilong TC 3000F по сравнению с НнО без покрытия на фонде газовых скважин, раз

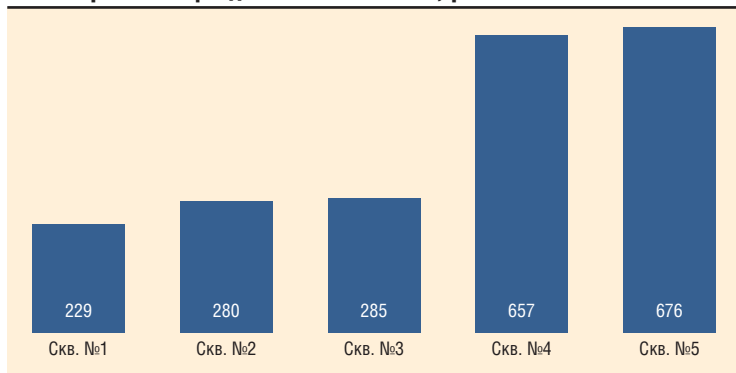


Рис. 9. Внешний вид покрытия Nilong TC 3000F после 734 сут эксплуатации на водозаборном фонде СП «Салым Петролеум»



Например, компании часто пренебрегают указанием о необходимости снятия резьбовых протекторов НКТ непосредственно перед монтажом и снимают их заранее. В результате из-за волочения НКТ по мосткам происходят повреждения покрытий и резьбовых соединений, что впоследствии ведет к развитию коррозии НКТ.

Залогом длительной эксплуатации покрытий служит и их эксплуатация по назначению, то есть с учетом их соответствия методам добычи, температуре рабочей среды и осложнениям. Например, покрытие, предназначенное для работы на истирающем фонде СШНУ, будет неэффективно работать в скважинах, оборудованных УЭЦН.

При использовании НКТ с покрытием обязательно применять переводники и патрубки с покрытием, так как они работают в тех же условиях и испытывают те же нагрузки и агрессивную коррозию, что и НКТ. Отсутствие защиты этих элементов может стать источником коррозии.

При использовании НКТ с покрытием необходимо соблюдать правила проведения канатных работ: обтекаемые контуры, скорости, вид/состояние троса.

Кроме того, компания Nilong рекомендует использовать дополнительное оборудование в безопасном для покрытия исполнении с фторопластовыми вставками: направляющие воронки-центраторы, шаблоны-оправки и сбивные ломы для глушения скважин.

Со своей стороны специалисты Nilong готовы принимать активное участие в повышении уровня культуры производства с целью соблюдения инструкций как заказчиками, так и их подрядными организациями по КРС. ♣