

РАЗРАБОТКА ИНГИБИРОВАННОЙ СМАЗОЧНОЙ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ

DEVELOPMENT OF INHIBITED LUBRICANT COMPOSITION FOR CORROSION PROTECTION

К. А. Мамедов

Kamran A. Mammedov

НИПИ «Нефтегаз» СОКАР,
г. Баку,
Азербайджанская Республика

Oil Gas Scientific Research
Project Institute, SOCAR,
Baku, Republic of Azerbaijan

Н. С. Гамидова

Nazilya S. Hamidova

НИПИ «Нефтегаз» СОКАР,
г. Баку,
Азербайджанская Республика

Oil Gas Scientific Research
Project Institute, SOCAR,
Baku, Republic of Azerbaijan

Статья посвящена защите от коррозии нефтепромыслового оборудования и гидротехнических сооружений смазочной композицией на основе продуктов местного производства. При разработке данной смазки использовались битум марки БНБ 70/30, саломас технический, тяжёлая пиролизная смола, бактерицид-ингибитор марки «КАБ» и в качестве наполнителя — природные битумы, содержащие песок и глину.

В лабораторных условиях определялись такие параметры смазочного материала, как температуры точки каплепадения и сползания, пенетрация, коррозионное воздействие на металл, степень защиты от общей коррозии, устойчивость к микробиологическому воздействию. Лабораторные испытания показали, что разработанная смазочная композиция эффективно защищает от коррозии, легко наносится, в том числе и под водой.

Промысловые испытания смазочного материала были проведены на скважине № 3119 НГДУ «Бибиэйбатнефть» и на 34 эстакадных площадках НГДУ им. Н. Нариманова. Промысловые испытания показали, что смазочный материал обладает антикоррозионными и уплотняющими свойствами, хорошей укрывистостью, высокой адгезией к поверхности металла, стабильностью.

The article is devoted to protection against corrosion of oilfield equipment and hydraulic structures by a lubricant composition based on locally produced products. For this lubricant developing there were used bitumen BNB 70/30, technical salomass, heavy pyrolysis resin, bactericide inhibitor «КАБ» and as a filler — natural bitumen containing sand and clay.

In laboratory conditions, such parameters of the lubricant as drop point and slip point temperatures, penetration, corrosion attack on metal, protection degree of general corrosion, resistance to microbiological effects were determined. Laboratory tests showed that the developed lubricant composition effectively protects against corrosion, is easily applied, including under water.

The lubricant field tests were carried out at well No. 3119 OGPD «Bibieybatneft» and at 34 overpass platforms of OGPD named for N. Narimanov. Field tests showed that the lubricant has anticorrosive and sealing properties, good hiding power, high adhesion to the metal surface, stability.

Ключевые слова

смазка, коррозия,
насосно-компрессорные трубы,
опоры гидротехнических
сооружений,
антикоррозионные
и герметизирующие свойства

Key words

lubrication, corrosion, tubing,
hydraulic structures support,
anticorrosive and sealing properties

Известно, что борьба с коррозией на нефтяных промыслах является актуальнейшей задачей, так как коррозионные разрушения приводят не только к выходу из строя оборудования, но и к убыткам из-за простоев, сокращений межремонтного срока, нарушений нормального режима эксплуатации оборудования, а также к неконтролируемому разливу продукции скважин в окружающую среду. Коррозия поражает оборудование для добычи, транспорта, переработки нефти и гидротехнические сооружения.

Известно, что коррозионный износ всего нефтепромыслового оборудования (64–68 %) обусловлен, в первую очередь, интенсивным коррозионным разрушением резьбовых соединений насосно-компрессорных труб (НКТ) [1–3].

Так, на нефтяных промыслах коррозия резьбовых соединений до 50 % НКТ после 2 лет эксплуатации провоцирует аварийные ситуации [3, 4]. Сильные коррозионные разрушения наблюдаются также на гидротехнических сооружениях. Исследования, проведенные у эстакадных опор в зоне периодического смачивания в Каспийском море, показали, что скорость коррозии металла составляет 0,63 мм/год, что указывает на высокую агрессивность воздействующей среды [5, 6].

Для защиты резьбовых соединений НКТ и опор эстакад и платформ от коррозии существуют различные методы борьбы, одним из которых является применение смазочных материалов. Учитывая актуальность существующей проблемы, была разработана смазочная композиция комплексного действия, обладающая смазывающими, уплотняющими и ингибирующими свойствами.

При разработке данной смазки использовались битум марки БНБ 70/30, саломас технический, тяжёлая пиролизная смола, бактерицид-ингибитор марки «КАБ» на основе жирных и нафтеновых кислот, а в качестве наполнителя — природные битумы, содержащие песок и глину.

Лабораторные исследования показали, что внесение бактерицид-ингибитора в смазочную композицию повышает ее физико-химические и антикоррозионные свойства. Бактерицид-ингибитор легко смешивается с битумом, при охлаждении образуя гомогенную пластическую массу. Нафтеновые и жирные кислоты, входящие в состав бактерицид-ингибитора, образуют на поверхности металла адсорбционный слой, который придает поверхности металла гидрофобность и затрудняет образование пленки влаги. В качестве уплотнителя при исследованиях использовался битум марки БНБ 70/30. Битум, воздействуя на технологические и реологические свойства разработанной смазочного материала, обеспечивает её тиксотропность.

Оптимальный компонентный состав и физико-химические свойства смазки были определены в ходе лабораторных испытаний.

В лабораторных условиях определялись такие параметры смазочного материала, как температуры точки каплепадения и сползания, пенетрация, коррозионное воздействие на металл, степень защиты от общей коррозии, устойчивость к микробиологическому воздействию.

Согласно требованиям ГОСТ 6793-74, была исследована температура точки каплепадения разработанной смазки, которая составила 89 °С. Температура сползания смазки исследовалась согласно ГОСТ 60-37-75 и составила 77 °С. Пенетрация при 25 °С определялась по ГОСТ 5346-50 и составила 240.

Одним из основных показателей смазочного материала является её коррозионная агрессивность. Коррозионное воздействие разработанной смазки на металл определялось согласно ГОСТ 9.080-77. Для изучения коррозионной агрессивности смазки пластин, изготовленных из стали марок Р-110 и Ст-20, погружались в смазку и в течение 3 ч выдерживались при 100 °С. После испытания поверхности пластин очищались, обрабатыва-

Таблица 1. Физические и коррозионные показатели пластической композиции

Название показателей	Смазочная композиция
Вид	Однородная масса тёмно-коричневого, чёрного цвета
Температура точки каплепадения, не ниже °С	89
Температура сползания, не ниже °С	77
Пенетрация при 25 °С	240
Содержание воды	–
Коррозионное воздействие на металл	Не воздействует
Степень защиты от общей коррозии, %	100

лись бензином. Визуальный осмотр показал, что коррозионные поражения — пятна, точки — на металлических пластинах отсутствуют.

Результаты исследования приведены в таблице 1.

Так как в составе смазочного материала имеется бактерицид-ингибитор, то исследовались и антикоррозионные свойства смазки гравиметрическим методом, согласно ГОСТ-9.908-85.

Для оценки защитного эффекта от коррозии в агрессивной пластовой воде металлические образцы взвешивались, обрабатывались слоем смазки в 1 мм и в течение 10 сут выдерживались в динамической среде при скорости потока 0,5 м/с и температуре 20 °С.

Через 10 сут после очистки и обработки пластинок проводился визуальный осмотр поверхности образцов и их взвешивание на аналитических весах. После 10 сут экспонирования потери массы образцов не наблюдалось.

Параллельно проводили аналогичные исследования на контрольных образцах, не изолированных от внешней среды смазочным материалом. Контрольные образцы через 10 сут были покрыты продуктами коррозии, а после очистки на поверхности наблюдалось коррозионное поражение металла. Скорость коррозии при этом в контрольных образцах составила 1,37 г/м²·ч, а линейная скорость коррозии — 1,53 мм/год.

В лабораторных условиях смазочный материал испытывался не только на стальных пластинах. Так, в специальных ваннах были испытаны также и резьбовые соединения с нанесёнными на них смазками, контрольными образцами при этом служили необработанные резьбовые соединения. В качестве среды использовалась коррозионно-агрессивная продукция скважины № 3119 НГДУ «Бибиэйбатнефть».

Все резьбовые соединения муфт осматривались после 3, 6 и 12 мес. Наблюдения показали, что образцы без смазочного материала подверглись интенсивному коррозионному разрушению в течение 3 мес., тогда как резьбовые соединения с нанесённой на них смазкой не подвергались минимальному коррозионному разрушению даже после 12 мес. выдержки.

Имитируя зону периодического смачивания, коррозионные испытания смазочного материала проводились также при переменном воздействии атмосферного воздуха и агрес-

сивной жидкости. Контрольные образцы и образцы, покрытые смазкой, закреплялись на боковой поверхности колеса, частично погруженного в емкость с морской водой. При вращении колеса образцы попеременно подвергались воздействию морской воды и воздуха. Испытания проводились при температуре 20 °С в течение 48 ч при скорости вращения образцов 68 об/мин. Скорость коррозии в контрольных образцах, вычисленная гравиметрическим методом, составила 1,01 г/м²·ч. На образцах, покрытых смазкой, потеря массы не наблюдалась.

Разработанный смазочный материал был испытан и на биологическую устойчивость к грибковой плесени согласно требованиям ГОСТ 9.052-75.

Сущность этого метода заключается в споровом заражении грибковой плесенью образцов и выдерживании их в течение 28 и 56 сут в оптимальных для развития условиях с использованием питательной среды Чапека. В период испытаний в течение 28 и 56 сут не были замечены признаки грибковой плесени, следовательно, данная композиция является грибоустойчивой.

Для проведения промысловых испытаний смазочного материала оптимального состава была выбрана эксплуатационная скважина № 3119 НГДУ «Бибиэйбатнефть». Для определения антикоррозионных свойств смазки в скважину спускались НКТ с резьбовыми соединениями без смазки и со смазочным материалом. После эксплуатации в течение 90 сут проводился осмотр и сравнительный анализ резьбовых соединений. Так, в НКТ после использования смазки на резьбовых соединениях не наблюдались никакие осложнения, свёртывания и развёртывания НКТ в резьбовых соединениях муфт после нанесения данной смазки осуществлялись легко.

Промысловые испытания смазочного материала для защиты от коррозии опор гидротехнических сооружений в зоне периодического смачивания проводили на 34 эстакадной площадке НГДУ им. Н. Нариманова. Защищаемая поверхность охватывала участок опор от 3 м над уровнем моря до 1,5 м под водой. Перед нанесением смазочного материала защищаемая металлическая поверхность была очищена от продуктов коррозии и биообрастания. После предварительной обработки на надводную часть опоры кистью наносился слой преобразователя ржавчины на основе орто-

фосфорной кислоты для преобразования продуктов коррозии в прочную защитную пленку. Затем обработанная поверхность при помощи шпателя покрывалась слоем смазочного материала толщиной 2–3 мм. Для сохранения целостности смазки после ее нанесения проводилась обмотка опор полимерной лентой шириной 20–25 см ручным механизмом снизу вверх с перекрытием швов. Полученное покрытие в нижней и верхней частях фиксировалось при помощи хомутов из композитного материала.

Осмотр, проведенный через 2 года, показал, что целостность покрытия не нарушена, смазка под полимерной лентой, взятая с различных участков опоры, сохранила стабильность, высокую адгезию к поверхности металла, герметичность.

Таким образом, по результатам промышленных испытаний разработанный смазочный материал можно рекомендовать для защиты НКТ и резьбовых соединений, а также опор гидротехнических сооружений от коррозионного разрушения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Проскуркин Е.В., Сухомлин А.Н. и др. Повышение герметичности и коррозионной стойкости резьбовых соединений насосно-компрессорных труб // Нефтяное хозяйство. 1998. № 9–10. С. 25–27.
2. Петров Н.А., Коренько А.В., Янгиров Ф.Н. и др. Повторная герметизация резьбовых соединений обсадных колонн нефтяных скважин / Под ред. Г.В. Конесева. Уфа, 2005. 88 с.
3. Семин В.И. Высокогерметичные резьбовые соединения насосно-компрессорных труб // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2003. № 6. С. 39–44.
4. Файн Г.М., Ферштетер В.М., Ежов В.Н., Камышина Е.В. Анализ аварийности лифтовых колонн в скважинах, оборудованных ЭНЦ // Нефтяная промышленность. Экспресс-информация. Сер. «Машины и нефтяное оборудование». 1986. № 6. С. 7–10.
5. Проскуркин Е.В., Козак В.П., Гнатык А.М. Новые разработки для повышения эксплуатационной надежности и срока службы насосно-компрессорных труб // Азербайджанское нефтяное хозяйство. 2000. № 2. С. 37–44.
6. Каменщиков Ф.А., Черных Н.Л. Борьба с сульфатвосстанавливающими бактериями на нефтяных месторождениях. М.-Ижевск, 2007. 20 с.

REFERENCES

1. Proskurkin E.V., Sukhomlin A.N. et al. Povyshenie germetichnosti i korrozionnoi stoikosti rez'bovykh soedinenii nasosno-kompressornykh trub [Increase of

Выводы

1. Для защиты НКТ и резьбовых соединений от коррозионного разрушения, а также для повышения герметичности колонны была разработана смазочная композиция, приготовленная на основе битума марки БНБ 70/30, саломаса технического, тяжелой пирролиновой смолы, бактерицид-ингибитора марки «КАБ» и в качестве наполнителя использовались природные битумы, содержащие песок и глину.

2. В эксплуатационной скважине № 3119 НГДУ «Бибиэбатнефть» на резьбовых соединениях НКТ были проведены промышленные испытания разработанного смазочного материала, которые выявили её смазывающие, антикоррозионные и уплотняющие свойства.

3. Промысловые испытания, проведенные на 34 эстакадных площадках НГДУ им. Н. Нариманова, показали, что данная смазка обеспечивает эффективную защиту опор гидротехнических сооружений в зоне периодического смачивания от коррозии.

Tightness and Corrosion Resistance of Threaded Connections of Tubing]. *Neftyanoe khozyaistvo — Oil Industry*, 1998, No. 9-10, pp. 25–27. [in Russian].

2. Petrov N.A., Korenyako A.V., Yangirov F.N. et al. *Povtornaya germetizatsiya rez'bovykh soedinenii obsadnykh kolonn neftnyykh skvazhin* [Re-Sealing of Threaded Connections of Oil Well Casing Strings]. Ed. by G.V. Konesev. Ufa, 2005. 88 p. [in Russian].

3. Semin V.I. *Vysokogermetichnye rez'bovykh soedineniya nasosno-kompressornykh trub* [High-Tight Threaded Joints of Tubing]. *Stroitel'stvo neftnyykh i gazovykh skvazhin na sushe i na more — Construction of Oil And Gas Wells on Land and at Sea*, 2003, No. 6, pp. 39–44. [in Russian].

4. Fain G.M., Fershteter V.M., Ezhov V.N., Kamyshina E.V. *Analiz avariinosti liftovykh kolonn v skvazhinakh, oborudovannykh ENTs* [Analysis of the Accident Rate of Elevator Columns in Wells Equipped with ECP]. *Neftyanaya promyshlennost'. Ekspress-informatsiya. Ser. «Mashiny i neftyanoe oborudovanie»* [Oil Industry. Express Information. Ser. «Machines and Oil Equipment»]. 1986, No. 6, pp. 7–10. [in Russian].

5. Proskurkin E.V., Kozak V.P., Gnatyuk A.M. *Novye razrabotki dlya povysheniya ekspluatatsionnoi nadezhnosti i sroka sluzhby nasosno-kompressornykh trub* [New Developments to Improve Operational Reliability and Service Life of Tubing]. *Azerbaidzhanskoe neftyanoe khozyaistvo — Azerbaijan Oil Industry*, 2000, No. 2, pp. 37–44. [in Russian].

6. Kamenshchikov F.A., Chernykh N.L. *Bor'ba s sul'fatvosstanavlivayushchimi bakteriyami na neftnyykh mestorozhdeniyakh* [The Fight Against Sulfate-Reducing Bacteria in Oil Fields]. M.-Izhevsk, 2007. 20 p. [in Russian].

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ABOUT THE AUTHORS

Мамедов Камран Алимурза оглы, канд. техн. наук, НИПИ «Нефтегаз» SOCAR, заведующий лабораторией, г. Баку, Азербайджанская Республика

Kamran A. Mammedov, Candidate of Engineering Sciences, Oil and Gas Research and Design Institute, SOCAR, Chief of Laboratory, Baku, Republic of Azerbaijan

e-mail: k.a.mammedov@gmail.com

Гамидова Назиля Садраддин кызы, научный сотрудник, НИПИ «Нефтегаз» SOCAR, г. Баку, Азербайджанская Республика

Nazilya S. Hamidova, Researcher, Oil and Gas Research and Design Institute, SOCAR, Baku, Republic of Azerbaijan