



УДК 622.24

ОЧИСТКА ОТ ОТЛОЖЕНИЙ СОЛЕЙ

CLEANING OF FROM DEPOSITS OF SALTS

Ладенко Александра Александровна

кандидат технических наук, доцент,
Армавирский механико-технологический институт (филиал),
Кубанский государственный технологический университет
saha-ladenko@yandex.ru

Ladenko Aleksandra Aleksandrovna

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor.
Armavir Institute of Mechanics
and Technology (branch),
Kuban State Technological University
saha-ladenko@yandex.ru

Аннотация. В статье представлено решение современных, экологически чистых и энергосберегающих способов очистки поверхностей систем оборудования. Представлено решение основной проблемы повышения межремонтного периода установок погружных центробежных насосов посредством очистки поверхности рабочих колес и деталей гидрокавитационным способом.

Annotation. The article presents the solution of modern, environmentally friendly and energy-saving methods of cleaning surfaces and equipment systems. The main problem of improving the turnaround time of the units of submersible centrifugal pumps by cleaning the surface of impellers and parts by the hydro-cavitation method is presented in the paper.

Ключевые слова: установка, насос, очистка, отказ, технология очистки, гидрокавитационный способ, разрушение, наслоения, струйный поток.

Keywords: installation, pump, purification, crack, technology cleaning, hydrocavitational way, destruction, stratifications, jet flow.

В технологических процессах различных отраслей промышленности происходит отложение солей и иных осадков на оборудовании [1, 3].

Отложению солей подвержены различные элементы, особенно скважин и глубинно-насосного оборудования. По оценкам ведущих специалистов США, убытки от солеотложений в скважинах и нефтяном оборудовании ежегодно превышают 1 млрд долл.

Проблема защиты технологического оборудования от солеотложений и коррозии исключительно актуальна для современных систем добычи, транспортировки, переработки нефти. Если существует проблема, ее необходимо отслеживать и не допускать негативных явлений, приводящих к затратам и потерям, особенно в условиях рыночных отношений, когда разработка нефтяных месторождений должна быть экономически эффективной [1, 2].

Солеобразование в процессе разработки и эксплуатации нефтяных месторождений является сложнейшей проблемой [1]. Отложение солей приводит к порче насосных установок, закупориванию трубопроводов и внутренних поверхностей оборудования. Солеобразования могут развиваться в порах пород призабойной зоны, снижая их проницаемость. В состав отложений входит гипс, кальцит, барит. В виде примесей в отложениях встречаются сульфид железа, твердые углеводородные соединения нефти, кварцевые и глинистые частицы породы.

Главный источник выделения солей – являются пластовые воды, добываемые совместно с нефтью, в которых, в результате изменения температуры и давления, содержание неорганических веществ оказывается выше предела насыщения. Процесс солеотложения непосредственно связан со значительным перенасыщением водной среды трудно растворимыми солями за счет изменения физико-химических параметров системы добычи нефти (температуры, давления, выделения газа, концентрации осадкообразующих ионов и т.д.). Химический состав промысловых вод постоянно меняется по мере выработки запасов нефти, что обуславливает многообразие и изменчивость во времени состава солевых отложений.

Возникают ситуации, когда не представляется возможным взять пробу воды непосредственно с проблемного объекта и доставить ее для анализа в лабораторию. В этом случае достаточно иметь для исследования образцы твердых солеотложений с поверхности компоновок насосного оборудования (погружной электродвигатель, газосепаратор, погружные насосы (включая детали проточной части ЭЦН, ШГН), насосно-компрессорные трубы (НКТ), штанги и другое подвесное оборудование), фонтанной и запорной арматуры, транспортных (магистральных) трубопроводов, теплообменников (охладителей и нагревателей продукции), резервуаров установок по обработке и очистке пластового флюида.

Отложения солей происходят при всех способах эксплуатации скважин, однако наиболее отрицательные последствия от солеотложения возникают при добыче нефти штанговыми глубинными насосами (ШГН) и установками электропогружных центробежных насосов (ЭЦН). Кристаллические



образования неорганических солей на рабочих органах глубинных насосов (см. рис.) приводят к повышенному их износу, заклиниванию и слому вала погружного центробежного электронасоса, заклиниванию плунжера ШГН и т.п.

Борьба с отложениями происходит в двух направлениях: предотвращения образования и ликвидации на поверхности оборудования различными способами.

Межремонтный период работы УЭЦН в скважинах достаточно высок и составляет по России до 600 суток при образцовом выполнении эксплуатационных и технико-технологических мероприятий.



Рисунок – Отложения солей на рабочем колесе ЭЦН

Межремонтный период работы механизированного фонда «солепроявляющих» скважин существенно уменьшается. Отложение солей происходит в поверхностном оборудовании, групповых замерных установках, нефтесборных коллекторах и системах подготовки нефти. Разнообразие горно-геологических особенностей строения продуктивных пластов, состава пластовых флюидов, системы поддержания пластового давления и типов, используемых для этого вод, предопределило разнообразие причин солеотложения на поверхности оборудования, а также различие в составах солей на разных месторождениях [3, 5].

По преимущественному содержанию в отложениях неорганических солей определенного вида выделяется три группы солей: хлоридные, карбонатные и сульфатные.

Кристаллы солей откладываются на наружной поверхности, на рабочих колёсах насоса (см. рис.). Отложение солей во всех случаях приводит к осложнениям. Накапливаясь на наружной поверхности узлов установки, ухудшает теплообмен, уменьшает свободное пространство между насосом и эксплуатационной колонной, при подъеме возможны случаи заклинивания УЭЦН в скважине.

При отложениях на рабочих органах насоса увеличивается износ, повышается вибрация, которая влечёт за собой попадание пластовой жидкости в полость ПЭД и замыкание обмотки. В момент короткого замыкания обмотки ПЭД резко повышается давление во внутренней полости ПЭД и гидрозащиты, что может вызвать разрыв диафрагмы гидрозащиты или ослабление бандажей. Интенсивное отложение карбоната кальция на рабочих колесах ЭЦН происходит из-за повышения температуры потока добываемой продукции, вызванного теплоотдачей работающего погружного электродвигателя. С ростом температуры снижается растворимость карбоната кальция, что интенсифицирует солеотложение карбонатных осадков на колесах ЭЦН.

Межремонтный период механизированного фонда скважин, осложненных солеотложением, в ряде случаев снижается до 10–35 суток.

В настоящее время решение вопросов предотвращения солеобразования усложняется в связи с образованием в скважинах отложений солей сложного состава, содержащих в различных соотношениях сульфат железа. Образование таких отложений является следствием не только сложных геохимических изменений в пластах и попутно-добываемых водах, но и микробиологических процессов в призабойной зоне пласта и скважинах [1–3, 5].

Отказы УЭЦН приводят к большим потерям объемов добываемой нефти, а также к большим затратам на проведение текущих или капитальных подземных ремонтов скважин. Например, стоимость текущего подземного ремонта скважины, оборудованной УЭЦН, в зависимости от региона добычи нефти, колеблется в пределах от 30 до 100 тысяч рублей, затраты на проведение капитального ПРС могут превышать миллион рублей. При использовании высокодебитных центробежных насосов стоимость добываемой в сутки нефти может составлять более 2 млн рублей, соответственно и финансовые потери при простое такой установки составляют такую же сумму [5, 6].

Все перечисленные выше проблемы в процессе эксплуатации требуют решения, а оборудование ремонта и очистки от отложений, которые имеют место на рабочих колесах и деталях.



Возможно для решения проблемы использование установки [3, 6]. Установка разработана с участием д.т.н. В.П. Родионова, изготовлен промышленный образец установки для очистки деталей погружных центробежных насосов от наслоений не имеющих мировых и Российских аналогов. В предлагаемой автором технологии недостатки, свойственные имеющимся аналогам [6] отсутствуют так как, рабочим агентом является вода и суперкавитационные газопаровые пузырьки воздуха. При этом производительность очистки находится в пределах от 50 до 60 тысяч единиц деталей в месяц при двухсменной работе предлагаемой установки.

Очистка деталей осуществляется согласно разработанной и запатентованной экологически чистой технологией с использованием суперкавитационных потоков, истекающих из системы блоков запатентованных возбудителей кавитации [4].

Уникальность установки состоит в том, что экологическая чистота ее работы достигается за счет того, что рабочим агентом очистки деталей является оборотная вода, которая после использования проходит через многоступенчатую, специально разработанную для данной установки, систему фильтрации, очищается от твердых отходов, маслянистых присадок и парафина, которые собираются в специальных приемниках и затем утилизируются.

Практика очистки деталей кавитационными струйными потоками показала, что поверхность очищенных, заложенной в установке технологией деталей, не подвергаются коррозии в течение нескольких месяцев [3, 4, 5].

Литература:

1. Родионов В.П., Ладенко А.А., Ефремов А.А. К вопросу усовершенствования эксплуатации установок погружных центробежных насосов. Научный потенциал вуза – производству и образованию : сборник трудов по материалам межвузовской научно-практической конференции, посвященной 89-летию Куб ГТУ (15–16 июня 2007г.). – Армавир : Изд-во АМТИ, 2007. – Т. 3. – 319 с.
2. Ладенко А.А. К вопросу удаления отложений на внутренней поверхности нефтепромыслового оборудования. Фундаментальные и прикладные проблемы получения новых материалов : исследования, инновации и технологии / материалы IV Международной конференции 20–22 апреля 2010 г. – Астрахань : Изд-во Астраханский университет, 2010. – 397 с.
3. Родионов В.П., Ладенко А.А. Использование гидродинамических струй при эксплуатации и обслуживании объектов добычи нефти : учеб. пособие. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2014. – 163 с.
4. Пат. № 2414308 Россия. Способ гидрокавитационной очистки деталей и устройство для его осуществления / В.П. Родионов
5. Мосягин В.В., Ладенко А.А. Современные методы удаления отложений с поверхностей нефтепромыслового оборудования : сборник лучших докладов XIX студенческой научной конференции АМТИ, посвященной 95-летию КубГТУ / под общ. ред. А.И. Шарнова. – Армавир : Изд-во ОАО «Армавирское полиграфпредприятие», 2013. – 229 с.
6. Родионов В.П., Ладенко А.А., Сотников С.В. Установка очистки деталей центробежных погружных насосов гидрокавитационными струями оборотной воды : Булатовские чтения / Материалы 1 Международной научно-практической конференции (31 марта 2017 г.): в 5 т.; сборник статей под общ. ред. д-ра техн. наук О.В. Савенков. – Краснодар : Издательский Дом-Юг. – 2017. – 338 с.

References:

1. Rodionov V.P., Ladenko A.A., Efremov A.A. To a question of improvement of operation of installations of submersible centrifugal pumps. Scientific capacity of higher education institution – to production and education: the collection of works on materials of the interuniversity scientific and practical conference devoted to the 89 anniversary GTU Cube (on June 15-16, 2007). – Armavir : AMTI publishing house, 2007. – Т. 3. – 319 p.
2. Ladenko A.A. To a question of removal of deposits on the internal surface of the oil-field equipment. Fundamental and applied problems of receiving new materials: researches, innovations and technologies / materials IV of the International conference on April 20-22, 2010 – Astrakhan : Publishing house Astrakhan university, 2010. – 397 p.
3. Rodionov V. P., Ladenko A.A. Use of hydrodynamic streams at operation and service of facilities for production of oil : studies. grant. – Krasnodar : Prod. FGBOU VPO of KubGTU, 2014. – 163 p.
4. Pat. No. 2414308 Russia. A way of hydrocavitational cleaning of details and the device for his implementation / V.P. Rodionov
5. Mosyagin V.V., Ladenko A.A. Modern methods of removal of deposits from the surfaces of the oil-field equipment : the collection of the best reports of the XIX AMTI student's scientific conference devoted to the 95 anniversary of KUBGTU / under a general edition of A.I. Sharnov. – Armavir : JSC Armavirskoye poligrafpredpriyatiye publishing house, 2013. – 229 p.
6. Rodionov V.P., Ladenko A.A., Sotnikov S.V. Installation of cleaning of details of centrifugal submersible pumps with hydrocavitational streams of reverse water : Bulatovsky readings / Materials of 1 International scientific and practical conference (on March 31, 2017): in 5 t.; the collection of articles under a general edition of the Dr. Sci. Tech. O.V. Savenok. – Krasnodar : Publishing House South. – 2017. – 338 p.