УДК 622.24

УСТАНОВКА ОЧИСТКИ ДЕТАЛЕЙ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ПОГРУЖНЫХ НАСОСОВ ГИДРОКАВИТАЦИОННЫМИ СТРУЯМИ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ

INSTALLATION OF CLEANING OF THE PARTS OF CENTRIFUGAL SUBMERSIBLE PUMPS BY HYDROCAVITATION JETS OF RECYCLED WATER

Родионов Виктор Петрович
доктор технических наук, профессор
Армавирский механико технологический институт (филиал),
Кубанский государственный
технологический университет
vik-rodio@yandex.ru

Ладенко Александра Александровна
кандидат технических наук, доцент
Армавирский механико технологический институт (филиал),
Кубанский государственный
технологический университет

Сотников Сергей Викторович
директор ООО «ЮГНЕФТЕМАШ»

Rodionov Viktor Petrovich
Ph.D. (Tech.), Professor
Armavir Institute of Mechanics
and Technology (branch),
Kuban State Technological University
vik-rodio@yandex.ru

Ladenko Aleksandra Aleksandrovna
Ph.D. (Tech.), associate Professor
Armavir Institute of Mechanics
and Technology (branch),
Kuban State Technological University

Sotnikov Sergey Viktorovich
Director of LLC «YUGNEFTEMASH»

Аннотация. В статье представлено решение основной проблемы повышения межремонтного периода установок погружных центробежных насосов посредством очистки поверхности рабочих колес и деталей гидрокавитационным способом. Предлагаемая технология и установка её реализующая с использованием суперкавитационных явлений в струйных потоках жидкости. Представлена характеристика конструкций погружных центробежных насосов. Установка прошла стендовые и промышленные испытания.

Ключевые слова: установка, насос, очистка, отказ, подземный ремонт, рабочие колеса, конструкция, эксплуатация, отложения, суперкавитационное явление.

Annotation. A solution of 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. The proposed technology and installation it realized using supercavitation phenomena in the jet flow of the liquid. The characteristic of the designs of submersible centrifugal pumps is presented. The installation passed bench and industrial tests.

Keywords: installation, pump, purification, crack, underground repair, impellers, construction, operation, sediment, supercavitation phenomenon.

Эксплуатация скважин установками погружных центробежных насосов является в настоящее время основным способом добычи нефти в России. За последние двадцать лет доля нефти, извлеченной на поверхность электроцентробежными насосами, возросла с одной до двух третей от общей добычи нефти в стране [1].

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.

Установки погружных центробежных насосов предназначены для откачки из нефтяных скважин, в том числе и наклонных пластовой жидкости, содержащей нефть, воду и газ, и механические примеси. В зависимости от количества различных компонентов, содержащихся в откачиваемой жидкости, насосы установок имеют исполнение обычное и повышенной коррозионной износостойкости.

Погружной центробежный насос по принципу действия не отличается от обычных центробежных насосов, применяемых для перекачки жидкости. Отличие в том, что он многосекционный с малым диаметром рабочих ступеней – рабочих колес и направляющих аппаратов.

Рабочие колеса и направляющие аппараты насосов обычного исполнения изготавливают из модифицированного серого чугуна, насосов коррозионностойких – чугуна типа «нирезист», износостойких колес – из полиамидных смол.

Насос состоит из секций, число которых зависит от основных параметров насоса – напора, но не более четырех. Длина секции до 5500 метров. У модульных насосов модуль состоит из входного модуля, модуля – секции. Модуль – головки, обратного и спускного клапанов. Соединение модулей между собой и входного модуля с двигателем – фланцевое соединение (кроме входного модуля, двигателем или сепаратором) уплотняются резиновыми манжетами.

Рисунок 1 – Вид работы в скважине насосов типа ЭЦНД

Соединение валов модулей-секций между собой, модуля-секции с валом входного модуля, вала входного модуля с валом гидрозащиты двигателя осуществляется шлицевыми муфтами. Валы модулей-секций всех групп насосов имеющих одинаковые длины корпусов унифицированы по длине. Модуль-секция состоит из корпуса, вала, пакета ступеней (рабочих колес и направляющих аппаратов), верхнего и нижнего подшипников, верхней осевой опоры, головки, основания, двух ребер и резиновых колец.

На сегодняшний день промышленностью выпускаются множество насосов, к примеру, насосы погружные центробежные модульного типа ЭЦНД (10ЦНД и 20ЭЦНД) с опорой вала насоса на вал гидрозащиты, Вид работы в скважине таких насосов представлен на рисунке 1.

Насосы отличаются повышенной надежностью и долговечностью. Радиальные подшипники изготавливаются из твердых сплавов – карбида вольфрама или карбида кремния. Насосы 10ЭЦНД и 20ЭЦНД различаются конструкцией концевых радиальных подшипников и технологией сборки.

Выпускаются насосы погружные центробежные модульные типа 10ЭЦНМ и 10ЦНМИК с опорой вала насоса на вал гидрозащиты. Насосы типа 10ЭЦНМ предназначены для обычных, а типа 10ЭЦНМИК для осложненных условий эксплуатации.

Насосы типа 10ЭЦНМ выпускаются с рабочими органами одноопорной конструкции из модифицированного серого чугуна.

Насосы такого исполнения отличаются повышенной надежностью и долговечностью. Радиальные подшипники валов секций перенесены в основание и головку насоса – тем самым уменьшены консоли валов. Радиальные подшипники изготавливаются из твердых сплавов – карбида вольфрама и карбида кремния.

Насосы типа ЭЦН с «Пакетной сборкой» представляют собой особые конструктивные модификации насосов, отличающихся схемой сборки пакетов ступеней в секциях, и предназначены для откачки из нефтяных скважин пластовой жидкости (смеси нефти, попутной воды и нефтяного газа) при особо сложных условиях эксплуатации.

С пакетной схемой сборки ступеней могут быть изготовлены насосы 10.1ЭЦНМИК, 10.1ЭЦНД, IIЭЦН, ЛЭЦНД, (Л)ЭЦНДП практически любых типоразмеров по подаче. Насосы ЭЦНДП (ЛЭЦНДП) комплектуются только высокоэффективными напорно-диспергирующими ступенями (ВЭНД), изготовленными методом порошковой металлургии. Эти насосы предназначены для осложненных условий эксплуатации.

Насосы типа ПЭЦН и ЛЭЦНД предназначены в зависимости от конструктивного исполнения для работы, как в обычных, так и осложненных условий эксплуатации. Наличие широкой гаммы исполнений дает возможность подбора для любых конкретных условий эксплуатации нефтепромыслового оборудования.

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

В ООО «НПП ЭКОТЕХНОЛОГИИ» разработан с участием автора и изготовлен промышленный образец установки для очистки деталей погружных центробежных насосов от наслоений не имеющий мировых и Российских аналогов.

На рисунке 2 представлен вид на части одного из перечисленных выше типов центробежных погружных насосов, а на рисунке 3 вид на рабочие колеса центробежных погружных насосов.

В основу конструирования установки заложена новейшая экологически чистая технология [2, 3] не имеющая аналогов в мире, с учетом современных требований к эффективности и качеству проведения работ на базе многолетнего опыта автора, заслуженного деятеля науки Кубани в области внедрения запатентованных им разработок с использованием суперкавитационных явлений в струйных потоках жидкости.

Рисунок 2 – Части насоса в сборе

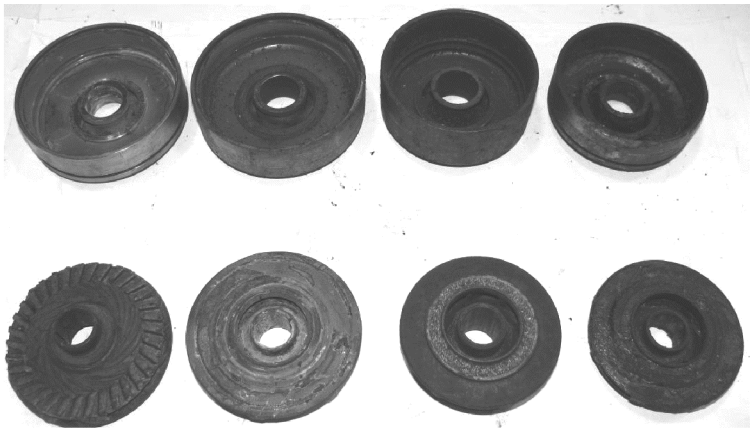

Рисунок 3 – Разновидность деталей погружных насосов

Предлагаемая технология имеет огромные преимущества перед известной технологией очистки и восстановления деталей погружных центробежных насосов применяемой на ремонтных заводах в России и за рубежом.

Согласно, имеющихся сведений на заводах России детали насосов вначале выпаривают, затем обжигают, после очищают в пескоструйных аппаратах или травят кислотой. Во-первых, при такой обработке поверхность деталей подвергается коррозионному и эрозионному износу и нежелательной деформации, что приводит к быстрой их выбраковке. Во- вторых, возрастают намного энергозатраты на работы, связанные с очисткой деталей. В-третьих, производительность очистки очень низкая.

В предлагаемой автором технологии все перечисленные недостатки отсутствуют так как, рабочим агентом является вода и суперкавитационные газопаровые пузырьки воздуха. Причем производительность очистки находится в пределах от 50 до 60 тысяч единиц деталей в месяц при двухсменной работе предлагаемой установки.

Блок схема установки для чистки деталей погружных центробежных насосов от наслоений – Установка (УЧД-1) представлена на рисунке 4 [2].

Рисунок 4 – Блок схема «Установки для очистки деталей погружных центробежных насосов» [2]

Установка является универсальным полуавтоматом и позволяет производить очистку деталей насосов, не зависимо от их конфигурации.

Очистка деталей осуществляется согласно разработанной и запатентованной экологически чистой технологией с использованием суперкавитационных потоков, истекающих из системы блоков запатентованных возбудителей кавитации [3].

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 многозвенную специально разработанную для данной установки систему фильтрации, очищается от твердых отходов, маслянистых присадок и парафина, которые собираются в специальных приемниках и затем утилизируются.

Детали центробежных погружных насосов в установке УЧД-1-10 очищаются с 100 % качеством по наружной и внутренней поверхности и не требуют дальнейшей доочистки. На рисунке 5 представлен вид на детали центробежных погружных насосов до очистки, а на рисунке 6 эти же детали очищенные на разработанной автором установке УЧД-1-10.

Практика очистки деталей кавитационными струйными потоками показала, что поверхность очищенных, заложенной в Установке технологией деталей, не подвергаются коррозии в течение нескольких месяцев.

Справедливость полученных результатов проверена на стендовых и промышленных испытаниях.

Рисунок 5 – Детали насосов перед их очисткой

Рисунок 6 – Детали насосов очищенные кавитацией

Литература:

1. В.П. Родионов, А.А. Ладенко. Использование гидродинамических струй при эксплуатации и обслуживании объектов добычи нефти : учеб. пособие / Кубан. гос. технол. ун-т. Армавир. Мех.-технол. ин-т. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2014. – 163 с.

2. Патент на изобретение № 2414308 Россия, Способ гидрокавитационной очистки деталей и устройство для его осуществления / Родионов В.П.

3. Патент на изобретение № 1614241, RU. Гидрокавитационный генератор Родионова В.П. / автор В.П. Родионов.

References:

1. V.P. Rodionov, A.A. Ladenko. Use of hydrodynamic streams at operation and service of facilities for production of oil : studies. grant / Kuban. state. technol. un-t. Armavir. Fur. - technol. in-t. – Krasnodar: Prod. FGBOU VPO of «KUBGTU», 2014. – 163 p.

2. The patent for the invention № 2414308 Russia, the Way of hydrocavitational cleaning of details and the device for his implementation / Rodionov V.P.

3. Patent for the invention № 1614241, RU. Hydrocavitational generator of Rodionov V.P. / author V.P. Rodionov.