

NEFTQAZMƏDƏN AVADANLIQLARI

УДК 6.68+6.33

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПЛУНЖЕРОВ
ШТАНГОВЫХ ГЛУБИННЫХ НАСОСОВ**

АЛИЕВ Э.А., ГАСАНОВ К.С.

Азербайджанский Государственный Университет

Нефти и Промышленности

E-mail: elmancam@yahoo.com

**ŞTANQLI DƏRİNLİK NASOSLARININ PLUNJERİNİN YEYİLMƏYƏ DAVAMLILIQ
EFFEKRİNİN YÜKSƏLDİLMƏSİ
ƏLİYEV E.A., HƏSƏNOV Q.S.**

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

EFFICIENCY IMPROVEMENT OF PLUGS OF ROD DRAIN PUMPS

Azerbaijan State Oil and Industry University

Аннотация: В работе, рассматриваются методы упрочнения рабочей поверхности плунжеров погружных штанговых глубинных насосов. На основании проведенных исследования установлено, что манжетный метод и метод холодного железнения является альтернативным вариантом газопламенному напылению и обеспечивает уменьшения трудоемкости и расхода материалов за счет повышения износостойкости плунжеров погружных штанговых глубинных насосов. Плунжера погружных штанговых глубинных насосов, прошли испытания в производственных условиях и было установлено что их работоспособность в среднем в два раза больше, чем у насосов напыленными газопламенным методом.

Ключевые слова: штанговые глубинные насосы, упрочнение, износостойкость, манжетный плунжер, холодное железнение, хромирование, газопламенное напыление.

Xülasə. Görülən işdə ştanqlı dərinlik dalma nasoslarının piunjerlərinin işçi səthinin bərkliyinin artırılması metodlarına baxılır. Aparılan tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, manjetli və soyuq dəmirləmə metodları piunjerlərin qaz alovunda çiləmə üsulunun alternativ variantıdır və ştanqlı dərinlik dalma nasoslarının piunjerlərinin yeyilməyə davamlılığının yüksəldilməsi hesabına əmək tutumu və material sərfinin azalmasını təmin edir. Ştanqlı dərinlik dalma nasoslarının piunjerləri istehsal şəraitində sınaqdan keçmiş və müəyyən edilmişdir ki, onların işləmə qabiliyyəti orta hesabla plunjeri qaz alovunda çiləmə ilə hazırlanmış nasoslarından iki dəfə çoxdur.

Açar sözlər: ştanqlı dərinlik nasosu, səthi möhkəmləndirmə, yeyilməyə qarşı davamlılıq, manjetli plunjer, xromlama, qazalov püsgürməsi.

Abstract: The methods of strengthening the working surface of plungers of submersible sucker-rod deep pumps are considered in work. According to the conducted research, it was established that the cuff method and the method of cold ironing is an alternative option for gas-flame spraying and it reduces labor-intensiveness and material consumption by increasing the wear resistance of plungers of submersible sucker-rod deep-well pumps. The plunger of the submersible sucker rod pumps, were tested under production conditions and it was found that their working capacity is averagely two times greater than that of the pumps sprayed by the flame method.

Keyword: Key words: sucker rod pumps, hardening, wear resistance, cuff plunger, cold ironing, chrome plating, flame spraying.

Актуальность работы: В настоящее время широкое применение получили погружные штанговые глубинные насосы различных конструкций, которые служат для механизированной добычи нефти. Особенно эффективно использование данного типа насосов на малодебитных скважинах. Накопленный практический опыт показывает, что эффективность работы этих насосов можно увеличить путем повышения износостойкости их плунжеров и тем самым продлить срока их эксплуатации [1].

Цель данной работы - анализ эффективности применяемых методов упрочнения рабочей поверхности плунжеров и испытания глубинных штанговых насосов с использованием плунжеров, упрочненных новым способом.

Методика эксперимента. Для повышения износостойкости поверхности новых или отработанных плунжеров глубинных насосов как альтернатива газопламенному методу, нами были использованы два способа их обработки: железнение поверхности плунжеров и манжетные плунжера.

При выполнении технологии повышения износостойкости плунжеров этими способами используются холодный электролит и асимметричный ток. Процесс обработки плунжеров начинается с диагностики и первичной подготовки, а именно полученный плунжер подвергается визуальному контролю, на отсутствие грубых механических дефектов, а затем геометрические размеры плунжеров, подлежащих к восстановлению измеряются штангенциркулем с точностью до 0,05 мм в диаметре. При необходимости проводится очистка детали от грязи и масла обтирочным материалом. При наличии задиров на местах они зачищаются наждачной шкуркой, и визуально убедившись, что поверхность чистая, тогда проводят первичное обезжиривание поверхности плунжеров кисточкой со смоченном ацетоном или спиртом. После сушки, на них наматывается в два слоя изолирующая ПВХ лента. Плунжер, приготовленный таким образом, окунается в изолирующую мастику, предварительно разогретую до расплавленного состояния с температурой 40-60 °С. Время окунаения составляет 5-20 секунд. Следующим этапом восстановительного процесса является подготовка плунжера к травлению. Для проведения процесса железнения часть рабочей поверхности плунжера очищаются от мастики вместе с лентой ПВХ и обезжириваются путем нанесения кистью извести по всей очищенной поверхности с последующей промывкой холодной водой. Качество обезжиривания проверяется визуально по растеканию водной струи на покрываемой поверхности. По завершению процесса обезжиривания плунжер устанавливается на монтажный стол и к нему крепится токоподвод, с зачисткой контактных точек на плунжер, с загибом контакта по расчету, для подвешивания на штангу в ванну травления и покрытия. После чего плунжер подвергается к травлению. Травление осуществляется при 20 °С в 30 % серной кислоте анодным током 10 А/дм² в течение 0,5-2,0 минут. Далее завешенный на штангу плунжер погружаются в кислоту таким образом, что поверхность подлежащий к нанесению покрытия оказался бы полностью в кислоте. Затем включается анодный ток и через 1÷2 минуты ток отключается и плунжер вынимается из ванны травления. Далее вал погружается в холодную воду и после промывки в холодной воде поверхность подлежит визуальному осмотру на качество травления (равномерный светло-серый цвет протравленной поверхности говорит о ее качестве). При наличии блеска, темных пятен поверхность металла подлежит вторичному травлению, до устранения дефектов. После этого осуществляется железнение поверхности. Хлористый электролит перед покрытием должен быть проработан на очистку от примесей и от избытка трехвалентного железа. Кислотность должна соответствовать 0,3-0,5 рН, температура в ванне не ниже 15 °С, концентрация хлористого железа 350 г/л, иодистого калия 5 г/л. По завершению процесса плунжер достается из ванны и промывается холодной водой. После выполнения работ связанных с доводкой состояния поверхности до необходимых требований с плунжера снимается изоляция, собирается для проведения переплавки и вторичного ее использования, а сам плунжер отдается на шлифовку в механических цех. После шлифовки для предотвращения процесса окисления железненной поверхности наносится тонкий слой масла.

Для герметизации зазора между плунжером и цилиндром на кольцевых канавках плунжера установлены уплотнительные кольца. Количество коновок определяется расчетном путем и открывается на заготовке (толстостенные труба из низколегированного металла) плунжера на токарном станке и обработки производят специально разработанному технологии.

Уплотнительные кольца плунжера в разрезе имеют 4 конусных шипа на торцах. Внутренняя поверхность кольца на месте линии разреза имеет плоскую форму. Герметизация зазора между плунжером и цилиндром обеспечивается уплотнительными кольцами при движении плунжера вверх.

Обсуждения полученных результатов. Основными элементами конструкции насоса штангового, состоящей из подъемных труб, являются цилиндрический корпус, во внутренней части которой устанавливается пустотелый поршень (плунжер), нагнетательный и всасывающий клапан шарового типа насосные штанги, соединенные с качалкой и плунжером и сообщающие последнему возвратно-поступательное движения - качалки, приводящая в действие скважинный штанговый насос (рис.1).

Долговечность штанговых глубинных насосов, используемых при перекачивании нефти, содержащей абразивные частицы и коррозионно-активные вещества, а также в условиях пластовых вод в ряде случаев значительно ниже, чем предусмотрено в технических условиях. Анализ показал, что низкая долговечность обусловлена, в основном, гидроабразивным изнашиванием и выходом из строя пары цилиндр-плунжер. Требуемая плотность между цилиндром и плунжером (с условием обеспечения необходимого зазора) обеспечивается за счет высокой точности обработки рабочих поверхностей втулок и плунжеров.

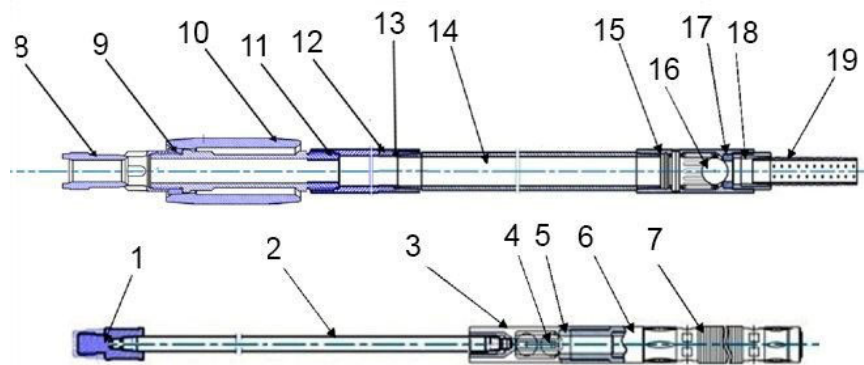


Рис. 1 Устройство штангового глубинного насоса

1-переходник штока; 2-шток; 3-нагнетательный клапан; 4-шар; 5-седло; 6-переходник плунжера; уплотнительный часть; 8-направляющая штока; 9-уплотнительное кольцо; 10-анкерный шпindel; 11-крепления шпинделя; 12-резьбовая часть; 13-удлинительная муфта; 14-цилиндр насоса; 15-корпус приемного клапана; 16, 17-клапанная пара шар-седл; 18-держательседла; 19-грубый фильтр.

В зависимости от зазора между цилиндром и плунжером насосы изготавливаются по четырем посадочным группам (таб. №1). Наиболее изнашиваемая деталь в паре цилиндр — плунжер — плунжер. Долговечность насоса можно повысить нанесением на рабочую поверхность плунжера износостойкого покрытия.

Таблица № 1

Группы посадок насоса в зависимости от величины зазора между цилиндром и плунжером

Группа	Зазор, мм
0	до 0.045
1	0.02-0.07
2	0.07-0.012
3	0.12-0.17

В зависимости от условий эксплуатации диаметры плунжеров глубинных насосов по ГОСТ 1058-88 принимаются равными 28, 32, 38, 44, 57, 70, 95 и 102 мм, длина - 1200,1500,1800,2500 и 3500 мм толщина стенки - $7,5 \div 9,6$ мм. Плунжер - деталь цилиндрической формы, изготовленная из стали 45. На рисунке № 1 представлен чертеж плунжера глубинного насоса с условным диаметром 44мм. На ДОО «Сураханском машзаводе» и бывшем ДОО «Институте Технологии машиностроения» длительное время в качестве метода повышения износостойкости плунжеров применяли нижеследующие способы: электролитическое хромирование, газопламенное напыление плунжеров, холодное железнение и манжетный плунжер.

Практика показывает, что хромирование сталей с содержанием углерода $0,3 \div 0,45$ % повышает коррозионную стойкость и твердость рабочей поверхности плунжеров. Этот процесс обеспечивает образование на поверхности плунжеров необходимой толщины износостойкого покрытия (60 мкм) и достаточной твердости ($60 \div 63$ HRC). В начале 90-х годов прошлого века было выявлено, что используемый в процессе получения хромого покрытия 6-валентный хром создает условия для возникновения онкологических заболеваний. В связи с этим во многих странах было запрещено его применение.

Взамен этого был предложен новый технологический процесс газопламенное напыление плунжеров[2]. Газопламенное напыление осуществлялось с использованием металлического порошка, определенного состава и дисперсности, который при помощи кислородно-пропановой горелки, под большим давлением и при высокой скорости (иногда в 5 раз больше скорости звука) напыляется на упрочняемую поверхность. Однако стоимость качественного металлического порошка, используемого для получения износостойких покрытий, высока (для напыления одного плунжера потребуется $0,4 \div 0,6$ кг качественного порошка). Группа посадки зазор по диаметру о паре цилиндр-плунжер в штанговых насосах, мм. (таб. 1) по степени увеличения расстояния, имеющегося между плунжером и внутренними стенками цилиндра, рассматриваемые устройства могут соответствовать одной из следующих групп посадки: 0, 1, 2, 3. При выполнении операции напыления, плунжер предварительно нагревают до тем-

пературы 300÷400 °С, затем вторично - до 930÷950 °С, при этом плунжер сильно деформируется. Поэтому для получения нужного размера в процессе последующего шлифования требуется дополнительное время для снятия припуска, что значительно снижает производительность операции шлифовки. Кроме того, покрытие по своей структуре получается пористым, со значительными микронеровностями, следовательно, необходимо снимать дополнительный припуск с поверхности плунжера. Участки для газопламенного напыления должны быть отделены от общего технологического цикла. Все эти факторы затрудняют широкое внедрение газопламенного напыления для упрочнения рабочей поверхности плунжеров. Анализ способов хромирования и газопламенного напыления, применяемых при изготовлении и последующем восстановлении плунжеров глубинных насосов, показал, что они имеют ряд недостатков и, следовательно, необходим альтернативный способ упрочнения поверхности.

Предложенный метод в 1960-х годах XX века способ холодного железнения на асимметричном переменном токе (процесс происходит при комнатной температуре без нагрева ванны) относится к электрохимическим методам и применяется для получения на рабочих поверхностях наиболее ответственных деталей износостойких и коррозионностойких покрытий различной толщины и твердости. К классу таких ответственных деталей относится и плунжер штанговых глубинных насосов. При проведении процесса железнения стоимость используемых хлорида железа и соляной кислоты кислотностью рН2, а также применяемой при этом в качестве анода листовой стали конструкционной углеродистой обыкновенного качества общего назначения (марки Ст3÷6) значительно ниже, а материалы — легкодоступны. Скорость протекания процесса около 10 раз выше по сравнению с хромированием и при этом имеется возможность получения на плунжерах наиболее гладкой поверхности с толщиной покрытия 0,5÷1,5 мм.

Для определения технико-экономической целесообразности предложенного, впервые в насосном производстве способа упрочнения плунжеров глубинных штанговых насосов в ДОО «Институт технологии машиностроения», г. Баку, на специально организованном участке по разработанному технологическому процессу было произведено железнение рабочих поверхностей плунжеров с условным диаметром 44 мм.

Изготовленные из стали 45 по ГОСТ 1050-80 заготовки плунжеров длиной 1220 мм были подвергнуты правке на прессе с условием обеспечения криволинейности заготовок в пределах 0÷0,12 мм. Затем заготовки шлифовали на безцентрошлифовальном станке по диаметру 43,60±0,02 мм. Согласно разработанному технологическому процессу для холодного железнения, в качестве электролита была использована соляная кислота кислотностью рН2 и хлорид железа в объеме 350÷450 г/л. Температура электролита t=20 °С, плотность анодного тока Ia.=10 А/дм², а напряжение сети U = 12 В. В качестве анода использовали листовую сталь марки Ст3 толщиной 3 мм. После очистки и мойки предварительно шлифованных заготовок проводили операцию пассивирования при плотности тока ia = 80 А/дм². Далее заготовки загружали в ванну с электролитом, по достижении приращения диаметра 1,0÷1,05 мм процесс железнения был остановлен, плунжеры промыты горячей водой и подвергнуты операции нейтрализации[3]. В связи с тем, что процесс железнения осуществляли без нагрева, прямолинейность плунжеров находилась в допустимых пределах 0,1÷0,12 мм, поэтому снятие дополнительного припуска не требовалось. Окончательное шлифование плунжеров было произведено на безцентрошлифовальном станке, после чего диаметры плунжеров находились в пределах 44,32÷44,34 мм. После холодного железнения и шлифования толщина покрытия на поверхности плунжеров составила 0,35÷0,37 мм, твердость покрытия находилась в пределах 60÷63 HRC. Таким образом, с использованием упрочненных и окончательно шлифованных плунжеров на ДОО «Сураханском машиностроительном заводе» были собраны три насоса, которые были подвергнуты испытанию в скважинах 7-го промысла на Балаханском НГДУ ПО «Азнефть» (г. Баку), где объемное содержание песка в скважине составляла до 0,5 мас. %. Результаты сравнительных испытаний показали, что работоспособность у насосов, оснащенных плунжерами, упрочненными методом холодного железнения в среднем в 1,2÷1,3 раза больше, чем у насосов с плунжерами, напыленными газопламенным методом. Эти насосы эксплуатировались в скважинах глубиной до 900÷1200 м без перерыва в течение 5 месяцев. Экономическая эффективность метода холодного железнения обеспечивается за счет уменьшения трудоемкости упрочнения плунжеров и расхода материалов, а также за счет повышения долговечности насосов облегчает капитальный ремонт насосов. Полученные результаты дают основание считать, что метод холодного железнения — альтернативный вариант газопламенному напылению. Однако для широкого внедрения этого метода упрочнения в производство штанговых глубинных насосов требуется уточнение достоверности полученных результатов.

Насос скважинный штанговый с безвтулочным цилиндром и плунжером с уплотнительными кольцами и предназначены для работников, занимающихся эксплуатацией и ремонтом указанных

насосов, для эксплуатации нефтяных скважин с глубиной подвески насоса до 1000 метров, температурой откачиваемой жидкости до +98% по объему. Узел цилиндра состоит из цилиндра 1 и всасывающего клапанного узла 2. Цилиндр насоса цельный (безвтулочный) и изготовлен из стальной бесшовной трубы с шлифованной внутренней поверхностью. Узел плунжера состоит из плунжера 3, уплотнительных колец 4 и нагнетательного клапанного узла 5. Уплотнительные кольца плунжера разрезанные, с шипами на внутренней поверхности и скошенном торце и изготовлены из резиновой смеси, повышенной износостойкости, масло стойкости. Для воды и воздуха твердость 65-95, температурный интервал от -10 до +100. Экспериментальный насос был собран бывшим ДООАО «Институтом технологии машиностроения» совместно с ООО «Ритмаш», и передан в НГДУ «Бибихейбет» ПО «Азнефть».

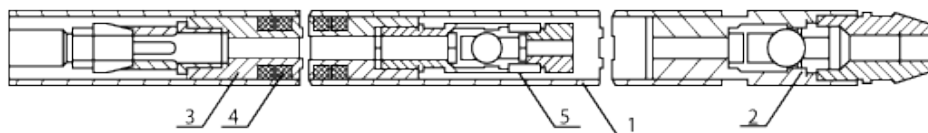


Рис.2 Устройства штангового манжетного насоса

Насос с диаметром Φ 32 мм с манжетом был опущен в скважину за №277104.03.2016 году и работал с производительностью 0,6/6,4 тн. Результат сравнительных экспериментальных испытаний показал, что работоспособность насосов, оснащенных плунжера манжетом в среднем в два раза больше, чем у насосов напыленными газопламенным методом. Следует отметить, что насос эксплуатировался в скважине с глубиной 800 метров без перерыва в течении четырех месяцев и остановился из-за износа манжетов.

Экономическая эффективность методов манжетных плунжеров облегчает ремонт насосов в условиях мастерских НГДУ, что тем самым снижает себестоимость на их восстановление.

Выводы. Таким образом полученные результаты дают основание считать, что манжетный метод и метод холодного железнения – альтернативный вариант газопламенному напылению. По этому методу вышедшие из строя насосы легко ремонтировать в мастерских условиях НГДУ, тем самым увеличить срока их службы, снизить себестоимость затрат на восстановительные работы, чем газопламенным методом. Для широкого внедрения упрочнения в производстве штанговых глубинных насосов этими методами требуется уточнение достоверности полученных результатов, для чего необходимо проведение дальнейших испытательных работ в производственных условиях с соответствующими профильными организациями.

Литература

1. Бухалденко Е.И., Вершкова В.В., Джафаров Ш.Т. Нефтепромысловое оборудование. М., Недра, 1990 г, 559 с.
2. Валдаев Л.Х., Борисов В.Н., Вахалин В.А. “Газотермическое напыление. М. Маркет ДС, 2007 г, 344 с.
3. Шадричев В.А. Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей. Л. Машиностроения, 1976 г, 560 с.