

АННОТАЦИЯ

**Диссертационной работы Балгаева Досжана Ергеновича на тему
«Исследование процесса работы клапанных узлов усовершенствованной
конструкции штанговых скважинных насосов» на соискание степени доктора
философии (PhD) по образовательной программе
8D07110 – «Цифровая инженерия машин и оборудования».**

Актуальность темы исследования. Казахстан обладает обширными запасами углеводородных ресурсов и занимает одно из ведущих мест в мире по запасам нефти. Согласно оценкам компании «Бритиш Петролеум» по состоянию на конец 2017 года по доказанным запасам нефти Казахстан находится на 12-ом месте, и его доля составляет 1,8 % мировых запасов нефти.

В последние годы стратегической задачей развития нефтегазового комплекса Казахстана является стабилизация и постепенное увеличение добычи нефти как за счет ввода в разработку новых залежей и месторождений, так и повышение эффективности эксплуатации старых нефтяных объектов.

С ростом срока эксплуатации все большее число нефтяных месторождений переходит на насосную добычу углеводородного сырья. Более половины фонда действующих скважин в мире оснащено скважинными штанговыми насосными установками (СШНУ). Так, в частности, в США этим способом эксплуатируется 85% всего фонда скважин (более 470 тыс.), в России - около 53% (около 76 тыс.), в Казахстане около 65%. В страна СНГ порядка 66% нефтяных месторождений эксплуатируется скважинными штанговыми насосными установками (СШНУ), что обусловлено высокой надежностью и ресурсом работы, конструктивной простотой, высокой надежностью, не дефицитностью и дешевизной применяемых при их изготовлении материалов, а также неприхотливостью в обслуживании. Эти факторы обеспечили консервативность конструкции СШНУ, не меняющейся в течение длительного времени. Анализ состояния разработки нефтяных месторождений в Казахстане показывает, что по отдельным месторождениям применение скважинных штанговых насосных установок с балансирным приводом (станками-качалками) составляет почти 100%. К примеру, это Узень, Каражамбас, Эмба и др., находящиеся преимущественно в Мангистауском регионе. Количество же их составляет несколько десятков тысяч (по некоторым данным свыше 65 тысяч).

Столь широкое применение СШНУ связано с их высокой надежностью и ресурсом работы, простотой обслуживания как поверхностного привода (станка-качалки), так и внутрискважинного оборудования (насосов, штанг).

Обзор и анализ работы СШНУ на различных режимах работы показывает, что данный вид добычи стал доминирующим на стареющих месторождениях, так более половины фонда действующих скважин в мире оснащено штанговыми скважинными насосными установками (СШНУ). В частности, в США этим способом эксплуатируется 85% всего фонда скважин, в России - около 53%, в Казахстане около 60%.

Повсеместно в страна СНГ порядка 66% нефтяных месторождений эксплуатируется скважинными штанговыми насосными установками (СШНУ), что обусловлено высокой надежностью и ресурсом работы, конструктивной простотой, высокой надежностью, не дефицитностью и дешевизной применяемых при их изготовлении материалов, а также неприхотливостью в обслуживании. Эти факторы обеспечили консервативность конструкции СШНУ, не меняющейся в течение длительного времени.

Практически на всех серийно выпускаемых СШН используется шариковый клапанный узел, так как они имеют простую конструкцию и хорошо себя зарекомендовали в эксплуатации. Шариковые клапаны СШН состоит из седла и запорного элемента шарика.

Основная идея этого научного исследования состоит в увеличении ресурса работы штанговых скважинных насосных установок для добычи нефти за счет конструктивного совершенствования клапанных узлов насоса.

Объект и предмет исследований – Клапанный узел скважинных глубинных насосов, применяемых на нефтепромыслах Казахстана для добычи нефти

Цель диссертационной работы – Увеличение ресурса работы штанговых скважинных насосных установок для добычи нефти за счет конструктивного совершенствования клапанных узлов насоса.

Методика исследований. Эмпирические научные методы, в виде прикладных научных исследований, направленных на постановку, изучение, наблюдение и измерение протекающих процессов, моделирование реальных условий работы клапанов скважинного штангового насоса и проведение опытно-промысловых испытаний.

Степень разработанности темы исследования. Анализ 8 тыс. отказов СШН показывает, что на первом месте находятся отказы, связанные с обрывом колонны штанг, на втором - отказы, связанные с неисправностью клапанных узлов и на третьем - отказы из-за не герметичности пары цилиндр - плунжер. При насосной добыче нефти с применением СШНУ порядка 15 - 30% остановок нефтяных скважин на текущий ремонт связаны с заменой СШН.

В соответствии с ГОСТ 31835-2012 «Насосы скважинные штанговые. Общие технические требования» СШН выпускаются 9 типоразмеров. Стандартом предусматривается выпуск насосов условным диаметром 27, 32, 38, 44, 57, 70, 95 и 102 мм.

Коэффициент полезного действия СШНУ в эксплуатации существенно снижается из-за невысоких коэффициентов наполнения насосов при добыче вязкой нефти. Основная причина этого – снижение коэффициента расхода клапанных узлов, что не позволяет за отведенное время заполнить полость плунжерного насоса. Оценка коэффициентов подачи на многих месторождениях показывает, что их значения не превышают 0,4-0,5. Повышенное содержание песка и других механических примесей являются основными причинами повышенного износа элементов штанговых насосов и их отказов. В результате снижается межремонтный период, рост числа простаивающих скважин, увеличиваются затраты на проведение подземных текущих ремонтов скважин.

Научная новизна работы: Увеличение объемов добычи нефти в мире насосным способом в связи с старением месторождений нефти растет из года в год. В объемах насосной добычи наибольшее использование получили СШНУ, характеризующиеся простотой конструкции и надежностью в работе. Анализ причин отказов СШНУ показал, что общая доля отказов насосов по причине не герметичности плунжера, клапанных пар составляет порядка 15 - 30 % от общего количества. В связи с этим, повышение надежности работы и увеличение ресурса работы.

Теоретическая значимость. Клапан новой конструкции в отличие от серийного клапана СШН состоит из 5 основных элементов вместо 4-х, при этом корпус выполнен удлиненным с добавкой высоты «турбулизатора».

Разработанный «турбулизатор» представляет собой дополнительный элемент конструкции клапана, который имеет во внутренней полости винтовую пластину шириной 7,5 мм, что обеспечивает перекрытие 50% проходного отверстия «турбулизатора» по винтовой линии и как следствие завихрение потока жидкости, за

счет которого достигается вращение запорного элемента клапана и посадку его на седло «новым» местом.

Высота «турбулизатора» равна двум толщинам стандартного седла клапана. «Турбулизаторы» изготовлены с применением аддитивных технологий создания физического объекта по электронной модели на 3Д принтере методом послойного наращивания FDM (Fused deposition modeling).

При этом, разработанная конструкция клапанного узла СШН обладает технической новизной, простотой реализации, не требующей существенных изменений в серийно выпускаемых клапанах насоса.

Практическая значимость. По результатам проведенных патентных, аналитических, экспериментальных исследований и опытно-промышленных испытаний установлено, что разработанная конструкция клапанного узла скважинного штангового насоса обладает технической новизной, простотой реализации, не требующей внесения существенных изменений в клапан насоса. Экспериментально подтверждено, что измененная конструкция клапана путем установки «турбулизатора» потока, который имеет во внутренней полости винтовую пластину, что обеспечивает перекрытие 50% проходного отверстия «турбулизатора» и вызывает завихрение потока жидкости, за счет которого достигается вращение запорного элемента клапана и посадка его на седло «новым» местом. Проведенные опытно-промышленные испытания (ОПИ) подтвердили работоспособность новой конструкции клапанного узла в промышленных условиях на месторождении «Узень».

Положения, выносимые на защиту:

- 1) Разработанная конструкция клапанного узла ШСНУ с турбулизатором потока.
- 2) Математическая модель и результаты физического эксперимента исследования работы клапанных узлов новой конструкции штанговых насосов, учитывающие условия эксплуатации насоса.
- 3) Методика исследования в области гидравлических процессов работы клапанов скважинных штанговых насосов на основе экспериментально-стендовых исследований
- 4) Методика проведения опытно - промышленных испытаний работы клапанов скважинных штанговых насосов

Реализация результатов работы. Разработанное изделие в виде клапана СШН новой конструкции может быть тиражировано на все нефтяные скважины месторождений Казахстана и мира, оборудованные скважинными штанговыми насосными установками.

Апробация работы. Основные результаты работы доложены на международных научных конференциях и обсуждены на научных семинарах. По тематике диссертационного исследования опубликовано 5 печатных работы в научных изданиях, в т.ч. 2 статья в журнале, индексируемом в базе Scopus.

1) Zaurbekov S.A., Akanova G.K., Balgayev D.Y., Zaurbekov K.S. Extension of operational life of ball valves in piston and plunger pumps «Статья». MIAB. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2021;(7):165-175. <https://www.giab.online.ru/files/Data/2021/7/165-175.pdf> . Scopus Industrial and Manufacturing Engineering – 27% перцентиль

2) B.A. Myrzakmetov, T.A. Kuandykov, B.K. Mauletbekova, D.Y. Balgayev, J.B. Nurkas. Multifunctional valve for the arrangement of submersible downhole pumps in downhole oil production «Статья». NEWS of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. ISSN 2224–5278. Vol 2. N 464 (2024), P 156–168. <https://doi.org/10.32014/2024.2518-170X.400>. Scopus Geotechnical Engineering and Engineering Geology – 36% перцентиль

3) Исмаилова Д.А., Заурбеков С.А., Балгаев Д.Е., Заурбеков К.С. Обзор и анализ отказов скважинных штанговых насосных установок. «Горный журнал Казахстана» №3 (215) 2023г. с. 39-43. ISSN 2227-4766. <https://minmag.kz/ru/2023/04/14/%e2%84%963-2023/>

4) K.S. Zaurbekov, S.A. Zaurbekov, D.Y. Balgayev, A.V. Sladkovsky, Hydrodynamic simulation of the steam-assisted gravity Drainage method for different reservoir thicknesses Using eclipse. NEWS of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES. ISSN 2224-5278. Vol 3, N 459 (2023), 60–69. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-170X.299>

5) Заурбеков С.А. Заурбеков К.С., Балгаев Д.Е. Расширение возможности применения гравитационного дренирования с закачкой пара (SAGD) и закачки пара с растворителем (ES-SAGD). «Горный журнал Казахстана» №7 (219) 2023г., стр. 40-45. ISSN 2227-4766. <https://minmag.kz/ru/2023/08/08/%e2%84%967-2023/>

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения. Общий объем составляет 131 страниц и включает 39 рисунка, 23 таблиц, а также 7 приложения.