



УДК 622

## УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ ГЛУБИННЫЕ ШТАНГОВЫЕ НАСОСЫ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЕСКОПРОЯВЛЯЮЩИХ СКВАЖИН

### ADVANCED DEEP ROD PUMPS FOR THE OPERATION OF SAND-PRODUCING WELLS

**Исмаилов Фахреддин Саттар оглы**доктор технических наук,  
НИПИ «Нефтегаз», SOCAR, Баку**Казымов Шюкюрэли Паша оглы**кандидат технических наук,  
НИПИ «Нефтегаз», SOCAR, Баку**Гаджикеримова Лала Гасым гызы**

НИПИ «Нефтегаз», SOCAR, Баку

**Аннотация.** На поздней стадии разработки нефтяных месторождениях наблюдается падение пластового давления, в результате чего возникает необходимость перевода скважин в механизированный способ добычи. Этой стадии разработки нефтяных месторождений широко распространено применение глубоких штанговых насосов.

В связи падением пластового давления и ряда других причин уменьшается приток жидкости в скважину. Такое положение обстоятельств приводит к многочисленным проблемам в эксплуатации штанговых насосов. Насосы работают с откачкой, цилиндр насоса не заполняется. В связи с низким уровнем жидкости глубина подвески насоса увеличивается. Расстояние между забоем скважины и приемом насоса укорачивается. По этой причине механические примеси находящиеся в пластовой жидкости попадают в приём насоса и создают осложнения в ее эксплуатации. Для устранения этих препятствий разработан новый насос с приемным клапаном открытие и закрытие которого производится с движением балансирующей головки.

На обводнённых и пескопроявляющихся скважинах межремонтный период скважин и срок службы насосов резко падает. Песок выводит из строя рабочие части насоса, в основном его плунжерно-цилиндрную пару, увеличивает зазор между ними, приводит к утечке, снижению производительности и вывода из строя насоса. Разработанная конструкция насоса превращая часть продукции в эмульсию создает возможности решения проблемы. Работа насоса математически обосновано.

**Ключевые слова:** скважина, забой, жидкость, песок, насос, глубина подвески, прием насоса, плунжер-цилиндр, утечка, эмульсия.

**Ismayilov Fakhreddin Sattar**Doctor of Technical Sciences,  
OilGasScientificResearchProject» Institute,  
SOCAR, Baku**Kazimov Shukurali Pasha**PhD,  
OilGasScientificResearchProject» Institute,  
SOCAR, Baku**Gadjikerimova Lala Gasym**OilGasScientificResearchProject» Institute,  
SOCAR, Baku

**Annotation.** A decline in reservoir pressure in mature production fields requires converting wells to artificial lift production methods. Sucker-Rod Pumping is the most widely-used artificial lift method at this stage of oil field development.

The decline in reservoir pressure and a number of other reasons reduces fluid influx. Such situation leads to multiple problems in sucker rod pumping. The pumps operate pumping down, the pump cylinder is not filled with fluid. The pump's setting depth increases due to the low liquid level. The distance between the bottom hole and the pump suction shortens. Therefore, mechanical impurities contained in the formation fluid enter the pump intake leading to production problems. An advanced pump with an intake valve, opening and closing of which is controlled by a movement of the balancing head has been developed to eliminate these complications.

The turnaround time of the wells and pump's operational lifetime are dramatically affected in watered and sandy wells. Sand destroys the working parts of the pump, mainly its plunger-cylinder pair, increases the gap between them, leads to leakage, causes a decrease in pump performance and leads to failure of the pump. The advanced pump provides possible solution to the problem, turning part of the product into an emulsion. Pump operation is mathematically sound.

**Keywords:** well, bottom hole, liquid, sand, pump, setting depth, pump intake, plunger-cylinder, leak, emulsion.

На поздней стадии разработки нефтяных месторождений наблюдается падение пластового давления, в результате чего возникает необходимость перевода скважин на механизированный способ добычи. На этой стадии разработки нефтяных месторождений широко распространено применение глубоких штанговых насосов [1–7].

В связи падением пластового давления и ряда других причин уменьшается приток жидкости в скважину. Насосы работают с откачкой, цилиндр насоса незаполняется. В связи незаполнением цилиндра насоса при ходе плунжера вниз происходит его удар о жидкость, что может привести к аварийному состоянию.

Для устранения этих проявлений разработан штанговый насос с приёмным клапаном, открывающийся с движением балансирующей головки. При работе штангового насосного оборудования возврат-



но-поступательное движение головки балансира через штанги передается плунжеру, который соединён с затвором высасывающего клапана. По этому всасывающий клапан насоса независимо от давления столба жидкости в скважине открывается принудительно.

Разработанный скважинный штанговый насос с приёмным клапаном управляющимся движением балансирной головки (рис. 1) содержит цилиндр 1, плунжер 2, снабженный кольцевым ограничителем 3 и буртиком 4, нагнетательный клапан 5, всасывающий клапан 6, затвор 7 всасывающего клапана, состоящий из полого поршня 8, полого штока 9 и фиксатора 10, заглушка 11 всасывающего клапана. Скважинный штанговый насос на трубах 12 спускается в скважину с колонной штанг 13 соединяется с качалкой. Перед пуском скважины в работу полый плунжер 2 и затвор 7 всасывающего клапана 6 находится в нижнем положении. При этом отверстие 14 на корпусе всасывающего клапана 6 остаётся в открытом положении и верхний торец полого поршня 8 находится на уровне отверстий 14. Цилиндр 1 насоса частично заполняется пластовой жидкостью при ходе полого плунжера 2 вверх жидкость, находящийся в стволе скважины, под давлением столба жидкости через отверстие 14 почти без сопротивления поступает в цилиндр 1 насоса. При этом, кольцевой буртик 4 на нижнем конце плунжера 1 зацепляет головку 15 на верхнем конце полого штока 9 и продолжает двигаться вверх совместно с полым поршнем 8 и затвор закрывает окна 14 всасывающего клапана 6.

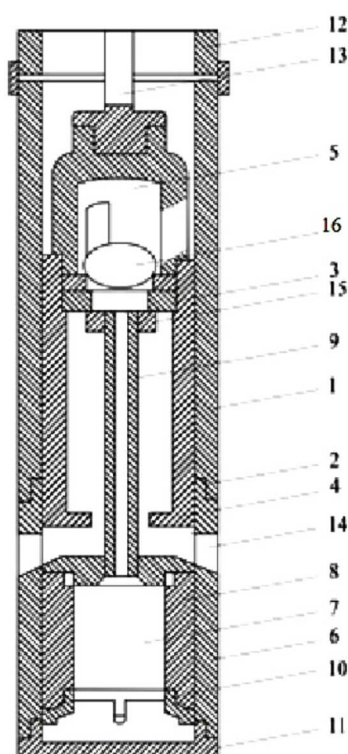


Рисунок 1

При ходе полого плунжера 2 вниз, полый поршень, фиксированный при помощи фиксатора 10, остаётся на месте, и когда давление в цилиндре под нагнетательным клапаном 5 превышает давление над клапаном, открывается шарик 16 и жидкость из нижней части цилиндра проходит в верхнюю часть над плунжером. Продолжая движение вниз, плунжер 2 с кольцевым ограничителем 3 упирается в головку 15 полого штока 9 и совместно с полым поршнем 8 и фиксатором 10 движется до нижнего положения. При этом открывается окно 14 высасывающего клапана, и давление в цилиндре сравнивается с давлением в стволе скважины, и сразу шарик 16 садится на седло, закрывая клапан.

Конструкция разработанного насоса обеспечивает принудительное открытие всасывающего клапана насоса, независимо от давления столба жидкости в скважине.

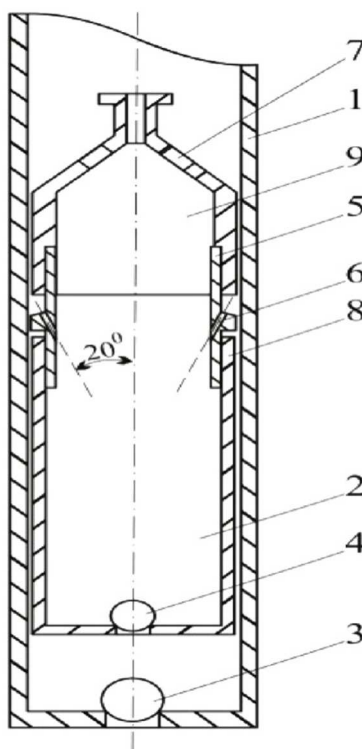
Практика эксплуатации штанговой насосной установки показывает, что смена насоса производится в основном из-за значительной утечки жидкости в зазоре между цилиндром и плунжером. При эксплуатации на обводнённых и пескопроявляющихся скважинах межремонтный период скважин и срок службы насосов резко падает.

При подъёме продукции песок совместно с жидкостью поступает в прием насоса, а оттуда через нагнетательный клапан во внутрь НКТ. Здесь крупные частицы песка осаждаются и собираются над цилиндром насоса. Для предотвращения попадания крупных частиц песка в зазор между плунжером и цилиндром разработан насос.



Для устранения проблемы в плунжере насоса открыты наклонные боковые с винтовыми нарезами отверстия для уменьшения утечки через зазор между цилиндром и плунжером (рис. 2). В таком случае при эксплуатации скважин часть продукции выдавливается через эти отверстия в зазор против потока утечки. Это воспрепятствует движению потока жидкости и механических примесей находящейся внутри добываемой продукции в зазоре между плунжером и цилиндром в зоне сверху от этих отверстий. Для закручивания жидкости, проходящей через отверстия, на поверхности отверстий нарезаны винтовые линии. В зависимости от глубины скважины, реологических свойств жидкости и категории выпускаемого насоса угол наклона отверстий принимается не более 20°. В неглубоких скважинах отверстия открываются на теле плунжера, а в глубоких скважинах для сохранения прочности тела плунжера отверстия открываются не на теле, а на nipple, установленном над плунжером.

Несмотря на то, что имеются многочисленные разработки, посвященные этой проблеме [5–7] разработка и внедрение более эффективных методов борьбы с этим вредными явлениями представляет как большое научное, так и практическое значение.



**Рисунок 2** – Штанговый насос против утечки жидкости:  
 1 – цилиндр, 2 – плунжер, 3 – всасывающий клапан,  
 4 – нагнетательный клапан, 5 – nipple, 6 – резьбовые каналы

Этот предложенный метод является легко выполнимым и простым методом для уменьшения утечки через зазор между цилиндром и плунжером: открыть наклонные боковые с винтовыми нарезами отверстия в плунжере насоса. При ходе вверх плунжера под действием давления столба жидкости и сил инерции жидкость выдавливается через эти отверстия в зазор против потока утечки. Это воспрепятствует движению потока жидкости и в том числе механических примесей в зазоре между плунжером и цилиндром в зоне сверху от этих отверстий. Для закручивания жидкости, проходящей через отверстия, на их поверхности нарезаны винтовые линии. Закручивание жидкости генерирует эмульсии, вследствие чего повышается её вязкость. А это в свою очередь способствует уменьшению утечки жидкости в зоне зазора ниже отверстий. Вязкость нефти ниже отверстий, где образуется эмульсия, можно определить по формуле Энштейна:

$$\mu_1 = \mu(1 + 2,5B),$$

где  $B$  – объемная доля воды в эмульсии.

Боковые отверстия у плунжера насоса препятствуют движению жидкости и механических примесей через зазор, чем способствуют уменьшению утечки жидкости между цилиндром и плунжером.

Применение этих инновационных разработок приведёт к улучшению эксплуатационных показателей пескопроявляющих скважин и повисит рентабельность добычи.



## Выводы

1. Приёмный клапан управляющийся движением балансирной головки позволяет устранить ударную силу плунжера об жидкость, уменьшить количество механических примесей попадающих в цилиндр, устраняет износ приёмной части, увеличивает коэффициент заполнения насоса.
2. Штанговый насос против утечки предотвращает попадание песочной жидкости в зазор между плунжером-цилиндром.

## Литература:

1. Gizatullin F.A., Khakimyanov M.I., FKhusainov F. Features of electric drive sucker rod pumps for oil production // IOPConf. Series: JournalofPhysics: Conf. – 2017. – № 944. – P. 12–39.
2. Пяльченков Д.В. Исследование влияния параметров добывающих скважин на отказы штанговых насосных установок // Интернет-журнал «Науковедение». – 2016. – Т. 8. – № 2. – С. 1–10.
3. Гурбанов Р.С., Мамедова М.А., Гурбанова Т.Г. Разработка способа уплотнения зазора насоса продукцией скважины // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2015. – № 5/1 (77). – С. 59–62.
4. Молчанов А.Г. Пути дальнейшего совершенствования штанговых глубинных насосных установок // Журнал «Бурение и нефть». – М. : Изд-во ООО «Бурнефть», 2014.
5. Эксплуатация скважин штанговыми насосами [Электронный ресурс]. – URL : <http://leksia.comx4258.html>
6. Улучшение эксплуатации скважины штанговыми насосами [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.megadomoz.ru/article1158/274>
7. Елгин А.С., Максимова Ю.А. Усовершенствование процесса эксплуатации скважин установками штангового глубинного насоса [Электронный ресурс]. – URL : <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/29320>

## References:

1. Gizatullin F.A., Khakimyanov M.I., FKhusainov F. Features of electric drive sucker rod pumps for oil production // IOPConf. Series: JournalofPhysics: Conf. – 2017. – № 944. – P. 12–39.
2. Pyalchenkov D.V. Study of the influence of the parameters of production wells on the failures of rod pumping units // Internet-journal «Naukovedenie». – 2016. – Vol. 8. – № 2. – P. 1–10.
3. Gurbanov R.S., Mammadova M.A., Gurbanova T.G. Development of a way to seal the pump gap with well products // East-European Journal of Advanced Technologies. – 2015. – № 5/1 (77). – P. 59–62.
4. Molchanov A.G. Ways of further improvement of rod downhole pumping units // Journal of Drilling and Oil. – M. : Publishing house LLC «Burneft», 2014.
5. Operation of wells with sucker rod pumps [Electronic resource]. – URL : <http://leksia.comx4258.html>
6. Improvement of well operation with sucker rod pumps [Electronic resource]. – URL : <http://www.megadomoz.ru/article1158/274>
7. Yelgin A.S., Maksimova Y.A. Improvement of the process of well operation by rod deep pump installations [Electronic resource]. – URL : <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/29320>