

# Конструктивное и технологическое повышение надежности машин и оборудования для нефтегазодобывающей и горной промышленности

**М. В. Песин**

к.т.н., доцент<sup>1</sup>, первый заместитель директора по нефтепромысловому оборудованию<sup>2</sup>

[M.Pesin@mail.ru](mailto:M.Pesin@mail.ru)

<sup>1</sup>ПНИПУ, Пермь, Россия

<sup>2</sup>ЗАО «ПХМ», Пермь, Россия

**Показан опыт российского предприятия в решении актуальной задачи повышения надежности машин и оборудования конструктивными и схемными методами. В ней рассматриваются вопросы конструирования нефтепромыслового оборудования для использования в осложненных условиях эксплуатации в нефтяной и горной промышленности.**

## Материалы и методы

Использованы методы математического моделирования, математической статистики

## Ключевые слова

надежность, скважинный штанговый насос

Актуальным является решение задачи повышения надежности машин и оборудования конструктивными и технологическими методами. В статье рассматриваются вопросы конструирования нефтепромыслового и бурового оборудования для использования в осложненных условиях эксплуатации в нефтяной и горной промышленности.

Для извлечения жидкостей применяются различные устройства и машины, так, например, хорошо известны конструкции скважинных штанговых насосов. Однако в связи с повышением требований добывающих предприятий, осложнением условий эксплуатации встала проблема в создании надежных конструкций машин для извлечения запасов углеводородов.

Широкое распространение получил насос невставной скважинный штанговый с коротким цилиндром типа ННБКУ, показанный на рис. 1. Насосы типа ННБКУ с коротким цилиндром, длинным плунжером, с неизвлекаемым увеличенным всасывающим клапаном и сбивным штифтом предназначены для работы в скважинах с повышенным содержанием механических примесей и абразивных частиц (более 1,3 г/л). Во время работы насоса вся рабочая поверхность цилиндра постоянно находится в контакте с поверхностью плунжера. Благодаря тому, что наружная поверхность плунжера имеет коррозионно и износостойкое покрытие, на его поверхности не происходят диффузионные и адгезионные процессы, т.е. не происходит налипание механических включений, входящих в состав жидкости. Это обстоятельство приводит к тому, что в зазор между плунжером и цилиндром

механические примеси практически не попадают. Тем самым исключается повышенный износ цилиндра и основная причина заклинивания плунжера — попадание механических частиц в плунжерный зазор. Работа насоса не отличается от работы невставных скважинных штанговых насосов, выполненных по классической схеме. С целью увеличения срока службы насоса предусматривается его работа в комплекте с автоматическим сцепным устройством и газопесочным якорем.

Состав насоса: 1. Верхняя муфта. 2. Клетка плунжера. 3. Удлинитель верхний. 4. Длинный плунжер. 5. Короткий цилиндр. 6. Удлинитель нижний. 7. Нагнетательный клапан. 8. Сбивной штифт. 9. Всасывающий клапан.

## Якорь газопесочный типа ЯГП2.

Газопесочный якорь ЯГП2 предназначен для защиты скважинных штанговых насосов от попадания в них механических примесей и газа, показан на рис. 2.

Газопесочный якорь крепится к нижней муфте замковой опоры вставного насоса с помощью трубы НКТ свинченной с верхним переводником 1 или устанавливается непосредственно на корпусе всасывающего клапана невставного насоса через верхний переводник 1.

Газопесочный якорь работает на принципах центробежной, гравитационной и механической очистки. Якорь состоит из корпуса 2, в верхней части которого выполнены отверстия (b) через которые добываемая жидкость поступает во внутреннюю полость (c) якоря. Попадая в полость (c), поток жидкости направляется вниз между стенками корпуса 2 и заборной трубы 3

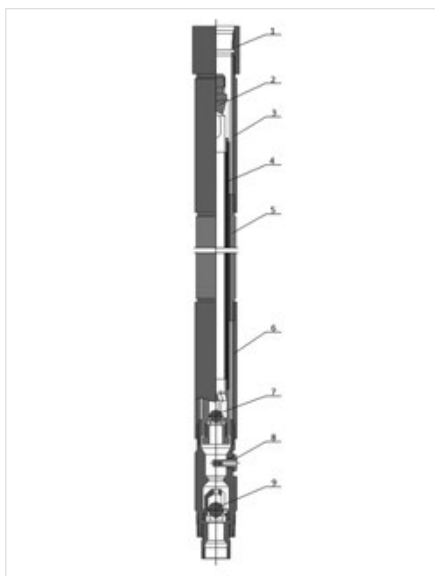


Рис. 1 — Насос невставной скважинный штанговый с коротким цилиндром типа ННБКУ

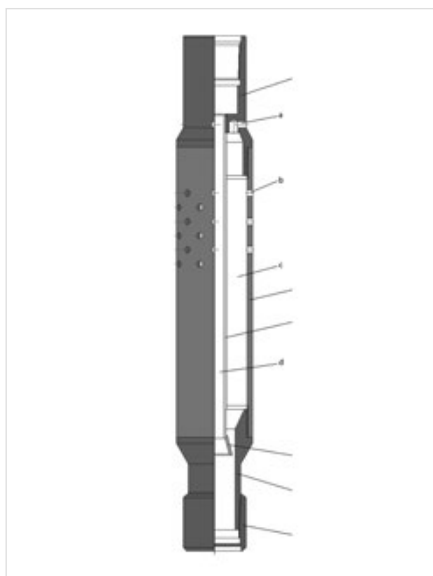


Рис. 2 — Газопесочный якорь ЯГП2

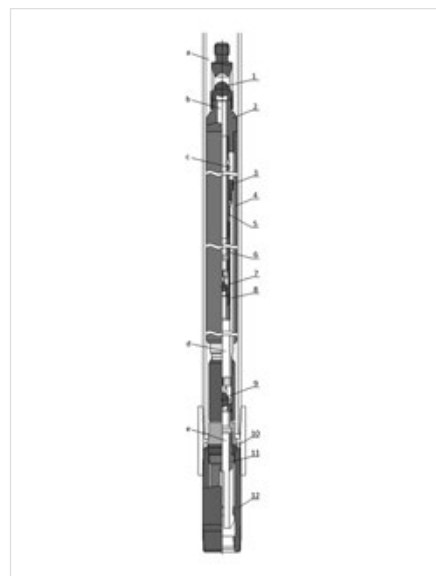


Рис. 3 — Насос НВЗБ трехтрубный вставной с нижним механическим креплением

с достаточно малой скоростью, позволяющей газу, содержащемуся в жидкости, подниматься вверх, навстречу потоку, и выходить через отверстия (а) в затрубное пространство. Заборная труба 3 внизу заканчиваясь расширением 4, позволяющему увеличить скорость потока с содержащимися в нем механическими примесями. Попадая в открытую снизу заборную трубу 3, поток жидкости разворачивается на 180°, чем обеспечивается отделение механических примесей за счет сил инерции и гравитационных сил. Через внутреннюю полость (d) заборной трубы 3 жидкость поступает в насос. Отсепарированные примеси собираются в накопителе, состоящем из труб НКТ и закрепляемом на нижнем переводнике 5. На нижней трубе накопителя устанавливается заглушка 6.

Габаритные размеры якоря, мм: длина (без сборника механических примесей) — 2370; наружный диаметр — 105.

### Насос трехтрубный НВЗБ.

Насос НВЗБ трехтрубный вставной с нижним механическим креплением предназначен для работы в экстремально абразивных или загрязненных жидкостях, показан на рис. 3. В насосе используются три трубы (подвижный и неподвижный цилиндры и плунжер) со свободной посадкой, вместо пары цилиндр-плунжер, применяемой в стандартных насосах. В качестве уплотнительной среды в насосе используется добываемая жидкость. Конструкция увеличивает срок службы насоса в скважинах с содержанием механических примесей свыше 1,5 г/л, делает насос менее уязвимым к заклиниванию, сводит к минимуму образование песчаных пробок в насосе.

Состав насоса: 1. Защитный клапан. 2. Переводник. 3. Упорная втулка. 4. Подвижный цилиндр. 5. Полый шток. 6. Плунжер. 7. Нагнетательный клапан. 8. Неподвижный цилиндр. 9. Всасывающий клапан. 10. Конус. 11. Якорь. 12. Седло конуса. 13. Работа насоса.

В исходном положении подвижный цилиндр 4 и плунжер 6 находятся в крайнем нижнем положении (переводник 2 касается упорной втулки 3). Все клапаны закрыты.

При подъеме плунжера 6 защитный клапан 1 закрыт под воздействием давления в полости «а». Над всасывающим клапаном 9 (в полости «d») создается разрежение и он открывается. Одновременно происходит увеличение объема полости «с» и жидкость через отверстие в полом штоке 5 стремится ее заполнить. В полости «b» создается разрежение и открывается нагнетательный клапан 7. В полостях «b», «с» и «d» давление становится равным пластовому (полость «е»). Происходит заполнение жидкостью полостей «b», «с» и «d». При образовавшемся перепаде давлений возникают утечки между подвижным цилиндром 4 и неподвижным цилиндром 8 и между неподвижным цилиндром 8 и плунжером 6 (утечки через отверстие в полом штоке 5 не происходит, т.к. через него идет встречный поток жидкости). Большая суммарная длина контактирующих поверхностей позволяет свести утечки в трущихся парах к минимуму даже при увеличенных зазорах, которые применяются в данной конструкции.

При опускании плунжера 6 происходит уменьшение объема полости «b» и шарики нагнетательного клапана 7 и всасывающего клапана 9 садятся на седла под собственным весом. Давление в замкнутой полости «b» начинает расти, и, при достижении его равным давлением в полости «а», защитный клапан 1 открывается. Происходит рост давления в замкнутой полости «d» до давления в НКТ (в полости «а»), после чего нагнетательный клапан 7 открывается. Внутренняя полость насоса заполняется жидкостью. Поскольку давление в полости насоса равно давлению в НКТ, утечек через подвижные элементы насоса не происходит.

В процессе работы насоса происходит постоянное перемешивание жидкости между наружной поверхностью насоса и внутренней поверхностью НКТ, что препятствует образованию застойной зоны, в которой оседают и накапливаются механические примеси. Это позволяет избежать цементации насоса в НКТ, что характерно для вставных насосов с нижним креплением.

В заключении можно отметить, что насос невставной скважинный штанговый с коротким цилиндром типа ННБКУ и газопесочный якорь ЯГП2 успешно прошли опытно-промышленные испытания в НК «ЛУКОЙЛ» в ОАО «РИТЭК» ТПП «ТатРИТЭКнефть», Vinagadi Oil Company (Азербайджан) и успешно продолжают эксплуатироваться на месторождениях Казахстана.

### Итоги

В результате применения новых конструкций скважинных штанговых насосов решены задачи добычи нефти в сложных условиях эксплуатации.

### Выводы

Разработаны конструкции и схемные решения оборудования соответствуют осложненным условиям эксплуатации. Невставные скважинные штанговые насосы с коротким цилиндром и газопесочный якорь успешно прошли опытно-промышленные испытания в крупнейших нефтедобывающих предприятиях России.

### Список использованной литературы

1. Мокронос Е.Д., Песин М.В. Скважинное оборудование: обработка, внедрение, сервис, технологические особенности изготовления СШН // Инженерная практика. 2010. №1(2). С. 90–92.
2. Мокронос Е.Д., Песин М.В. Скважинное оборудование для ОПЭ: разработка, внедрение, сервис, особенности изготовления СШН // Инженерная практика, 2010, №1(2).

ENGLISH

OIL PRODUCTION

## Constructive and technological increase in the reliability of machines and equipment for oil-and-gas extraction and mining industries

UDC 621.833

### Authors:

Mikhail V. Pesin — dr. sci. tech., senior lecturer<sup>1</sup>, deputy director<sup>2</sup>; M.Pesin@mail.ru

<sup>1</sup>State National Research Polytechnical University, Perm, Russian Federation

<sup>2</sup>CJSC PKNM (Perm Oil Engineering Company), Perm, Russian Federation

### Abstract

The experience of Russian enterprise in the solution of the urgent problem of increasing the reliability of machines and equipment by design and circuit methods is shown. There it are examined questions of the construction of oil-field equipment for the use in they are complicated operating conditions in the petroleum and mining industries.

### Materials and methods

Methods of mathematical modelling, mathematical statistics are used.

### Results

As a result the applications of new constructions of rod pump are solved the task of oil production under difficult conditions of operation.

### Conclusions

Constructions are developed and the circuit solutions of equipment correspond to the complicated operating conditions. Non-inserted pumps with the short barell and gazseparator device successfully underwent experimental- trade tests in the most important oil-producing enterprises of Russia.

### Keywords

reliability, subsurface sucker rod pump

### References

1. Mokronosov E.D., Pesin M.V. *Skvazhinnoe oborudovanie: obrabotka, vnedrenie, servis, tekhnologicheskie osobennosti izgotovleniya SShN* [Equipment of wells: processing,

introduction, service, technological features of manufacturing SRP]. Engineering practice, 2010, issue 1(2), pp. 90–92.

2. Mokronosov E.D., Pesin M.V. *Skvazhinnoe oborudovanie dlya ORE: razrabotka,*

*vnedrenie, servis, osobennosti izgotovlenie SShN* [Downhole equipment for WEM: development, implementation, service, features production MSn]. Engineering practice, 2010, Issue 1(2).