

# Технологическое обеспечение повышения надежности изделий нефтегазодобывающей и горной промышленности

М.В. Песин (Пермь, Россия)  
M.Pesin@mail.ru

к.т.н., доцент ПНИПУ Первый заместитель  
директора по нефтепромысловому оборудованию  
ЗАО «Торговый дом ПКНМ»

**Показан опыт российского предприятия в исследовании влияния методов упрочнения рабочих поверхностей на повышение надежности нефтегазодобывающего оборудования. Рассмотрены перспективные технологии изготовления цилиндров и плунжеров скважинных штанговых насосов**

## Материалы и методы

Использованы методы математического моделирования, математической статистики

## Ключевые слова

упрочнение, резьба, резьбовое соединение, азотирование, скважинный штанговый насос

Technological guarantee of ditales reliability for oil-and-gas gas extraction and mining industry

## Author

Mikhail V. Pesin (Perm, Russia)

dr. Sci. Tech., Senior lecturer, State National Research Polytechnical University of Perm, Deputy Director CJSC Trading house PKNM (Perm Oil Engineering Company)

## Abstract

The experience of Russian enterprise in the study of the influence of the methods of strain hardening working surfaces on an increase in the reliability of the oil and gas extracting equipment is shown. The promising technologies of the production of barrels and plungers of subsurface sucker rod pumps are examined

## Materials and methods

Methods of mathematical modelling, mathematical statistics are used

## Results

As a result of application of new technology it is reached. 1. Expansion of technological

Существует проблема в повышении надежности высоконагруженных поверхностей деталей нефтегазового назначения. Так, например, для добычи нефти используют скважинные штанговые насосы (СШН), в которых основным «звеном», определяющим надежность изделия является пара трения «цилиндр-плунжер». На сегодня в мире эксплуатируется около 700 тыс. нефтяных скважин, которые оборудованы СШН, различного конструктивного исполнения. Например, для осложненных условий эксплуатации с повышенным содержанием механических примесей и абразивных частиц применяются специальные СШН типа ННБКУ с коротким цилиндром, длинным плунжером, с неизвлекаемым увеличенным всасывающим клапаном и сбивным штифтом надежность, схема которого показана на рис. 1. Стоимость работ по подъёму на поверхность преждевременно вышедшего из строя оборудования составляет несколько сотен тысяч рублей только из одной скважины, поэтому, решение указанной проблемы является крайне важной, а задача повышения надежности изделий нефтегазодобывающего оборудования актуальной. Далее рассмотрим упрочнение «командных» деталей СШН, необходимое для повышения надежности деталей, а именно, износостойкости и коррозионной стойкости изделий нефтепромыслового назначения, например, азотирование производится для увеличения твердости рабочей поверхности канала ци-

линдра СШН на 870...1124 HV с толщиной покрытия не менее 0,2...0,5 мм.

В настоящее время серийной технологии хромирования внутренней поверхности цилиндров в России нет, в виду сложного оборудования и трудной утилизации хрома Cr+6. Нельзя не отметить опыт ОАО «Ижнефтемаш» в изготовлении хромированных цилиндров. Однако, на сегодняшний момент используются при нефтедобыче в России, импортные. В нашей стране широкое распространение получил процесс азотирования цилиндров, который стал бурно развиваться с 90-х годов прошлого века [1]. Этому способствовало и развитие технологий ионно-вакуумного азотирования, появление производительного оборудования для данного процесса. В конечном итоге, усилиями российских машиностроителей (ЗАО «ПКНМ», ОАО «Ижнефтемаш») импорт СШН с азотированными цилиндрами был полностью прекращён, а импорт хромированных цилиндров значительно уменьшен. Важнейшее значение имеет и безусловное преимущество азотирования по экологичности. Техническими специалистами ЗАО «ПКНМ» были разработаны специальные технологии ионно-вакуумного азотирования в импульс-плазме (ИВА), которые позволили превзойти импортные хромированные цилиндры практически по всем показателям [2, 4], процесс азотирования в импульс-плазме показан на рис.2 и установка азотирования по технологии ИВА на рис. 3.

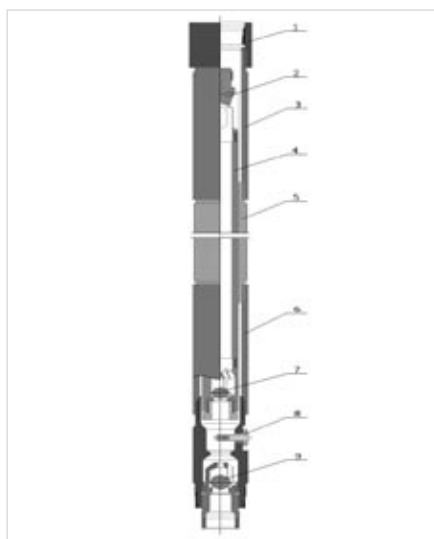


Рис. 1 — Насос типа ННБКУ с коротким цилиндром, длинным плунжером, с неизвлекаемым увеличенным всасывающим клапаном и сбивным штифтом: 1 — верхняя муфта, 2 — клетка плунжера, 3 — удлинитель верхний, 4 — длинный плунжер, 5 — короткий цилиндр, 6 — удлинитель нижний, 7 — нагнетательный клапан, 8 — сбивной штифт, 9 — всасывающий клапан



Рис. 2 — Процесс азотирования в импульс-плазме



Рис. 3 — Установка упрочнения поверхностей деталей азотированием в импульс-плазме по технологии ИВА

Традиционная технология ионно-вакуумного азотирования с глубиной 0,25...0,30 мм увеличивает непрямолинейность оси участка цилиндра длиной 1 м в среднем до 0,2 мм, что превышает допуск на этот параметр в 2 раза. Для обеспечения регламентированного стандартами American Petroleum Institute (API) и ГОСТом допуска 0,1 мм требуется правка поперечным изгибом, после которой на азотированной поверхности появляются трещины размером 2...5 мкм [5].

Кроме того, после правки для обеспечения гарантированного зазора между цилиндром и плунжером 0,025 мм необходимо хонингование многорядными хонинговальными головками, имеющими жесткий корпус. Такое хонингование обеспечивает прямолинейность оси канала, но удаляет часть азотированного слоя глубиной до 0,03...0,10 мм. При традиционном технологическом процессе формирования канала цилиндра и азотирования его поверхности, снижается твердость поверхности в местах удаления припуска с 900 HV до 600...650 HV [3]. Азотирование по технологии ИВА успешно применяется в упрочнении резьбовой поверхности замков насосно-компрессорных труб (НКТ) и других деталях горных машин. В процессе эксплуатации замки НКТ подвергаются многократному свинчиванию и развинчиванию, они показаны на рис. 4.

Новая технология азотирования в сочетании с технологией обработки канала цилиндра решила поставленную задачу, что явилось существенной научной новизной. Таким образом, можно сделать вывод о значительном влиянии параметров технологических факторов на увеличение ресурса цилиндра СШН.

Развитие азотирования не возможно без постоянного обновления и совершенствования оборудования для этого процесса. Следует отметить, что технологические параметры находятся между собой в сложной и пока недостаточно изученной зависимости. Поэтому, в настоящее время, технологические процессы ионной химико-термической обработки (ХТО) основаны на экспериментальном подборе оптимальных режимов диффузионного насыщения.

### Итоги

В результате применения новой технологии достигнуто [3, 10–15].

1. Расширение технологических возможностей ионных процессов и достижение качественного структурно-энергетического состояния упрочнённых поверхностей;
2. Максимальное увеличение подвижности и проникающей способности плазмы, что обеспечило азотирование сложноконтурных деталей с различными отверстиями и узкими пазами.
3. Исключение образования микродуг, локальной концентрации энергии и, соответ-

ственно, перегрева и подгорания острых кромок и углов деталей.

5. Повышение плотности укладки деталей в садке с минимальными зазорами, что увеличило производительность обработки.
6. Обеспечение высокой воспроизводимости и узких допусков в результате обработки разнотипных изделий.
7. Сокращение времени стадий катодной очистки и нагрева до 2...4 часов.
8. Повышена производительность процесса изготовления деталей скважинных штанговых насосов без корректировки технологического процесса.

Базой для создания новой технологии ионного азотирования рассматриваемого в настоящем проекте деталей, послужили собственные разработки авторов проекта, изложенные в публикациях и изобретениях, также результаты исследований по данной тематике большого количества отечественных и зарубежных ученых. Продолжаются, применительно к тематике исследований авторов, рассмотрение закономерностей формирования азотированного слоя, в первую очередь его наноструктурной составляющей, в зависимости от технологических факторов механической обработки, последующего упрочнения и финишной обработки.

### Выводы

Рассмотрены закономерности формирования азотированного слоя в зависимости от факторов технологического процесса механической обработки, поверхностной пластической деформации и финишной обработки.



Рис. 4 — Замки НКТ

opportunities of ionic processes and achievement of a qualitative structurally-power condition of the strengthened surfaces. 2. The maximal increase in mobility and getting ability of plasma that has provided nitriding of complex contour details with various apertures and narrow grooves. 3. Exception of formation of microarches, local concentration of energy and, accordingly, an overheat sharp edges and corners of details. 5. Increase of density of stacking of details at loading with the minimal fits that has increased productivity of processing. 6. Maintenance of high reproducibility and narrow admissions as a result of processing polytypic products. 7. Reduction of time of stages of cathodic clearing and heating up to 2 ... 4 hours. 8. Productivity of process of manufacturing of details rod pumps without updating technological process is raised.

### Conclusions

Laws of formation of the nitrated layer depending on factors of technological process of machining, superficial plastic deformation and finishing processing are considered.

### Keywords

hardening, thread, the threaded connection, subsurface sucker rod pump, nitriding

### References

1. Bogdanov, V.V. Ionic nitriding – progressive technology of superficial hardening / V.V. Bogdanov // the Best practices №7, 1984.
2. Pesin M.V. Tribotechnical hardening high load surfaces of details and creation on this basis of manufacture of products of oil-and-gas purpose / Pesin, E.D. Mokronosov. // Exposition. Oil. Gas. №9/2010. P.8-9.
3. Pesin M.V. Technological maintenance of reliability of grooves of the weighted boring pipes / Mokronosov E.D., Makarov V.F., Melnikov S.A. // New materials and technologies in mechanical engineering. V. 14. Bryansk: BGITA, 2011. P. 91–93.
4. Pesin M.V. Experience of effective introduction an impulse-plasma nitriding in increase of reliability of products // Innovative technologies of dimensional processing with application of tools from superfir materials and hardening of products: V. 4. Magnitogorsk, 2011. P. 67–71.
5. Mokronosov E.D., Pesin M.V. Equipment of wells: processing, introduction, service, technological features of manufacturing СШН // the Engineering practice. – 2010.1 (2). – P. 90–92.

### Список использованной литературы

1. Богданов, В.В. Ионное азотирование - прогрессивная технология поверхностного упрочнения / В.В. Богданов // Передовой опыт №7, 1984
2. Песин, М.В. Триботехническое упрочнение высоконагруженных поверхностей деталей и создание на этой основе производства изделий нефтегазового назначения / М.В. Песин, Е.Д. Мокроносов. // Экспозиция. Нефть. Газ. №9/2010 стр.8-9.
3. Песин М.В. Технологическое обеспечение надежности резьб утяжеленных буровых труб / Мокроносов Е.Д., Макаров В.Ф., Мельников С.А. // Новые материалы и технологии в машиностроении. Сб. научн. тр. Вып. 14.- Брянск: БГИТА, 2011. С. 91-93.
4. Песин М.В. Опыт эффективного внедрения импульс-плазма азотирования в повышении надежности изделий // Инновационные технологии раз-

мерной обработки с применением инструментов из сверхтвердых материалов и упрочнения изделий: сб. науч. тр. Вып. 4.- Магнитогорск, 2011. С. 67-71.

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