

**Жданов Кирилл Андреевич,**  
обучающийся филиала Тюменского  
индустриального университета  
в Ноябрьске,  
г. Ноябрьск

**Мусабилова Элина Ирековна,**  
преподаватель филиала Тюменского  
индустриального университета в Ноябрьске,  
г. Ноябрьск

# МОДЕРНИЗАЦИЯ САЛЬНИКОВОГО УЗЛА НАСОСА ЦНС 300

ТОПЛИВНО-  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
КОМПЛЕКС

УДК 502.3. 62.2

На месторождениях при перекачивании большого количества жидкости под давлением требуются специальные насосы. Лучше всего для этого подходит центробежный насос ступенчатого типа (ЦНС). При частой эксплуатации данного оборудования остро встает вопрос быстрого износа техники, а следовательно, растут затраты на поддержание скважин нефтяных месторождений в работоспособном состоянии. Автор публикации предлагает свой вариант модернизации насоса ЦНС 300 за счет замены сальникового узла на резьбу. Такой способкратно сокращает время ремонта, позволяет делать это на месте, без демонтажа оборудования.

In the fields, when pumping a large amount of liquid under pressure, special pumps are required. A step-type centrifugal pump (CNS) is best suited for this. With frequent operation of this equipment, the issue of rapid wear of equipment becomes acute, and consequently, the costs of maintaining oil field wells in working condition are increasing. The author of the publication offers his own version of the modernization of the CNS 300 pump, by replacing the stuffing box with a thread. This method significantly reduces the pump time, allows you to do it on the spot, without dismantling the equipment.

## Ключевые слова

нефтяное месторождение, опорно-уплотнительный узел, давление, центробежный насос ступенчатого типа, корпус сальника, ремонт.

## Keyword

кольцом oil field, support and sealing unit, pressure, centrifugal pump of steptype seal, oil seal housing, repair.

Одной из наиболее частых причин остановки насосного агрегата является выгорание сальников. Это сопровождается большими выбросами перекачиваемой жидкости, которая попадает в маслосистему. Технический ремонт в этом случае предусматривает полную замену масла в маслосистеме. Результатом становится повышенная вибрация ротора,

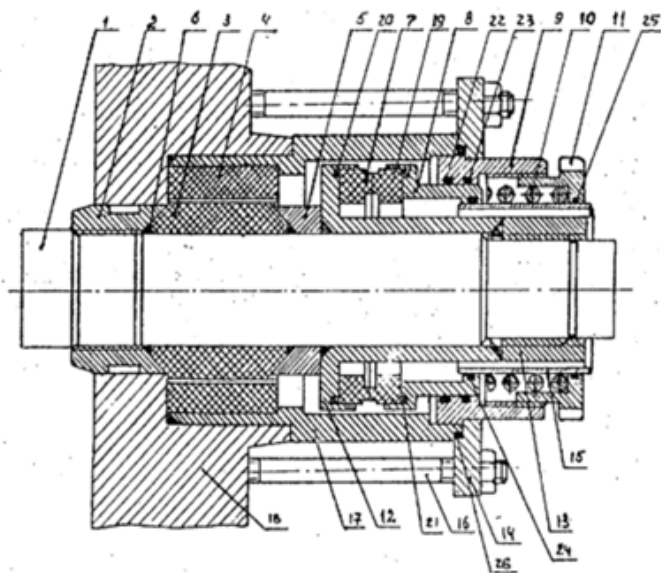


Рис. 1. Опорно-уплотнительный узел

а также капитальный ремонт. Предлагаю модернизацию насоса ЦНС 300 за счет замены сальникового узла на резьбу. Эту манипуляцию можно выполнить прямо на месте поломки агрегата без демонтажа насоса и отправки его на капитальный ремонт. Для достижения поставленной цели необходимо проанализировать конструкции разных насосов, провести мониторинг причин аварийных остановок, сравнить патентные проработки опорно-уплотнительных узлов центробежных насосов и выработать свое техническое решение.

Отметим, что ключевой целью нашей разработки является замена сальникового узла на резьбовое соединение и установка гайки с повышением надежности эксплуатации за счет специального способа крепления этих элементов узла. Поставленная цель достигается тем, что в сальниковом узле насоса установлен стакан, в котором размещена концевая опора, сообщенная с рабочей полостью агрегата, а с приемной стороны расположено торцевое уплотнение с концевой опорой в стакане. При этом в корпусе торцевого уплотнения установлена аксиально-подвижная втулка с удлиненной юбкой, в которой закреплено невращающееся контактное кольцо пары трения, а на валу установлена гладкая рубашка с упорным кольцом. Для закрепления в нем вращающегося контактного кольца пары трения со стороны юбки установлена аксиально-подвижная втулка, поджатая установленной в корпусе торцевого уплотнения регулировочной гайкой. Для защиты от агрессивной среды концентрично валу установлена защитная втулка, уплотненная по наружной поверхности специальными элементами относительно удлиненной юбки и регулировочной гайки. При этом между корпусом торцевого уплотнения и удлиненной юбкой установлена резиновая манжета с воротником, посаженная свободно и направленная воротником в сторону пары трения. В месте сопряжения с защитной втулкой на задней части удлиненной юбки выполнен выступ с кольцевой канавкой для размещения уплотнительного элемента и на внутренней поверхности регулировочной гайки также выполнена кольцевая

канавка для размещения уплотнительного элемента.

Манжета с воротником установлена на внутренней поверхности корпуса торцевого уплотнения кольцевой канавки. Гладкая рубашка с упорным кольцом выполнена разрезной. Поджимное металлическое кольцо со стороны рабочей полости насоса изготовлено в виде гайки, смещенной к центру рабочей полости.

На рисунке 1 изображен опорно-уплотнительный узел насоса в разрезе. Он содержит вал (1), на котором установлена монтажная гайка (2), выполняющая функцию поджимного металлического кольца. Гайка поджимает внутреннюю обойму (3) подшипника концевой выносной опоры вала (1). Наружная обойма (4) подшипника охватывает внутреннюю обойму (3) подшипника, при этом концевая опора поджата с другой стороны другим поджимным металлическим кольцом (5). Между поджимными металлическими кольцами и внутренней обоймой (3) подшипника установлены резиновые уплотнительные кольца в виде уплотнительного компенсатора (6) осевых ударных нагрузок. Концевые опоры находятся в масле или консистентной смазке. Концевое уплотнение вращающегося вала расположено последовательно за опорой и выполнено в виде плавающего торцевого уплотнения. Вращающееся контактное кольцо (7) пары трения расположено со стороны опоры. Аксиально-подвижная втулка (8) с удлиненной юбкой находится в корпусе (9) торцевого уплотнения, выполненного со ступенчатой внутренней расточкой, в которой также расположена поджимная пружина (10), выполняющая функцию поджимного упругого элемента. Поджимная пружина поджата торцом поджимной регулировочной гайкой (11). На валу (1) также установлена гладкая рубашка с упорным кольцом (12), в котором закреплено вращающееся контактное кольцо (7) пары трения. Гладкая рубашка зафиксирована на валу (1) гайкой (13). Корпус (9) торцевого уплотнения поджат поджимным фланцем (14). Вокруг вращающегося вала (1) для защиты от агрессивной среды концентрично установлена защитная втулка (15). Поджимной фланец (14) установлен на болтах крепления (16).

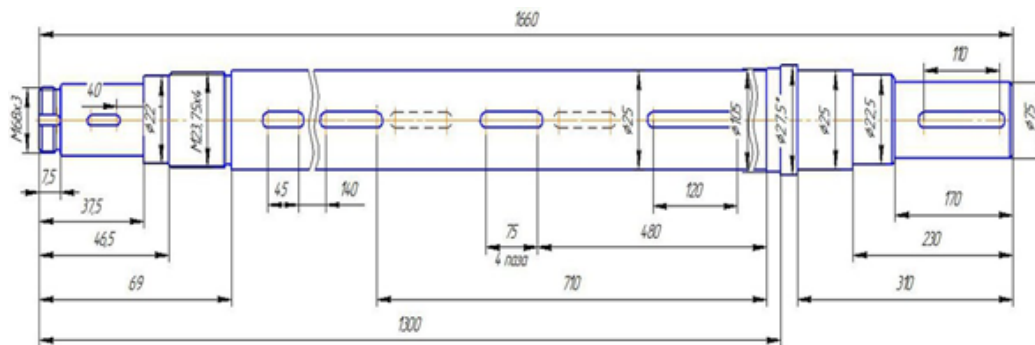


Рис. 2. Вал ЦНС 300

Для крепления наружной обоймы (4) подшипника стакан (17) установлен в корпусе (18) насоса с приемным и выходным патрубками. Наружная обойма (4) подшипника посажена в стакан (17) по предварительно напряженной посадке на сжатие с обязательным предварительным нагревом стакана (17).

Внутренняя обойма (3) подшипника выполнена со срезом торцевых поверхностей (горцев) под углом  $45^\circ$  в форме усеченного конуса. Торцевые поверхности поджимных металлических колец изготовлены с ответной поверхностью торцевым поверхностям внутренней обоймы (3) подшипника. Концевая выносная опора сообщена с рабочей полостью насоса, сторона нагнетания насоса выполнена герметично, а с приемной стороны насоса последовательно с концевой опорой в стакане расположено плавающее торцевое уплотнение. Невращающееся контактное кольцо (19) пары трения торцевого уплотнения установлено в гнезде аксиально-подвижной втулки (8). Подшипники (выносные концевые опоры) и контактные кольца (7, 19) пары трения выполнены из силицированного графита. Поджимная пружина (10) изготовлена с большим ходом и расположена со стороны торца удлиненной юбки.

Вращающееся и невращающееся контактные кольца (7, 19) пары трения уплотненных соответственно относительно упорного кольца и аксиально-подвижной втулки уплотнительными вторичными элементами (20, 21). Вторичными эти элементы являются потому, что выполняют функцию статических уплотнений, а пара трения является основным уплотнением.

Между корпусом (9) торцевого уплотнения и удлиненной юбкой установлена резиновая манжета (22) с воротником. Она посажена свободно по наружной поверхности юбки и направлена воротником в сторону пары трения. Резиновая манжета расположена в кольцевой канавке на внутренней поверхности корпуса (9) торцевого уплотнения. За резиновой манжетой (22) в направлении от пары трения установлены дополнительные уплотнения в виде уплотнительного кольца (23) для обеспечения лучшей центрации аксиально-подвижной втулки (8) при возможных биениях вала и его колебаниях во время работы насоса.

В месте сопряжения с защитной втулкой (15) на задней части удлиненной юбки выполнен выступ с кольцевой канавкой, в которой расположено уплотнительное кольцо (24). На внутренней поверхности регулировочной гайки (11) также выполнена кольцевая канавка

и в ней размещено уплотнительное кольцо (25). Гайка (11) после регулировки контактного усилия в паре трения застопорена болтом (на чертеже изображение стопорения отсутствует). Между поджимным фланцем (14) и торцом стакана (17) установлено уплотнение (26) для герметизации этого места стыка.

**Предлагаю модернизацию насоса ЦНС 300 за счет замены сальникового узла на резьбу. Эту манипуляцию можно выполнить прямо на месте поломки агрегата без демонтажа насоса и отправки его на капитальный ремонт.**

Для улучшений монтажных и демонтажных работ при эксплуатации устройства гладкая рубашка с упорным кольцом (12) выполнена разрезной. Поджимное металлическое кольцо со стороны рабочей полости насоса, выполненное в виде гайки, смещено к центру рабочей полости. Поджимная пружина, которая предопределяет работу торцевого уплотнения и всего агрегата в целом, располагается в данной конструкции в замкнутой полости, полностью изолированной от влияния агрессивной среды. Регулировочная гайка (11) соединена с корпусом (9) торцевого уплотнения резьбой по поверхности большей ступени расточки корпуса. В устройстве также предусмотрены карманы для утечек, обеспечивающие прием просочившейся жидкости и отвод ее в безнапорную емкость.

В связи с тем что рубашка устанавливается на вал с одной стороны и упирается на бурт, при износе сальников необходима замена уплотнения и с другой стороны вала с последующим демонтажем рубашки полностью. Во избежание демонтажа агрегата и разбора целиком предлагается установить на конце вала со стороны рубашки роторную гайку с резьбой такого же плана, что и в начале вала.

**Модернизация позволит ускорить процесс замены изношенных сальников без демонтажа агрегата.**

На основании анализа работы можно сделать вывод, что быстро изнашиваемыми деталями насосов ЦНС 300,

влияющими на общую наработку насосов до отказа, являются детали вала, сальниковые уплотнители. Продемонстрированная модернизация позволяет упростить процесс замены изношенных сальниковых узлов на новые без полного демонтажа агрегата.

**Для достижения поставленной цели выполнены следующие задачи:**

■ проанализированы отечественные центробежные насосы и зарубежные насосы;

■ проанализированы конструктивные особенности насосов, принципы действия ЦНС 300, причины аварийных остановок;

■ проанализированы патентные проработки опорно-уплотнительных узлов центробежных насосов;

■ предложено техническое решение.

Выявлена одна из самых распространенных причин выхода из строя центробежного насоса – это проблемы с сальниковым уплотнением. Условия, при которых возникают неисправности сальника, следующие: биение вала из-за износа подшипников, изогнутого вала или плохой центровки. Его можно без труда проверить: отсоедините муфту и проверьте центровку, потом установите датчик на корпусе насоса рядом с сальником, чтобы определить радиальное биение вала.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кустышев, А.В. Состояние и пути повышения эффективности капитального ремонта газовых и газоконденсатных скважин на месторождениях севера Тюменской области А.В. Кустышев, И.И. Клещенко, Т.И. Чижова, В.В. Кузнецов // Обзорная информация по разработке и эксплуатации газовых и газоконденсатных месторождений. – Москва: ИРЦ Газпром, 2019 – С. 60.

2. Наместников, С.В. Анализ эффективности применения системы массового обслуживания с потерями и остановкой при организации ремонтных работ скважинного оборудования / Р.Р. Кучумов, С.В. Наместников // Роль молодежи в развитии инновационных технологий в научных исследованиях. Матер. регион. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых специалистов, посвященной 50-летию ТюмГНГУ. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2016. – С. 42-44.

3. Мустафин, Ф.М. Машины и оборудование газонефтепроводов [текст]: учеб. пособие для вузов. Ф.М. Мустафин, Н.И. Коновалов, Р.Ф. Гильметдинов // Уфа: Монография, 2002. – С. 384.

4. Глобальный взгляд. Годовой отчет ОАО «Газпром». [Текст с илл.]: М.: ОАО «Газпром», 2011. – С. 169.