

УДК 62.9

DOI: 10.30987/1999-8775-2020-8-13-17

Н.Н. Савельева, Я.В. Савельев

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ МУФТЫ УПРУГОЙ ВТУЛОЧНО-ПАЛЬЦЕВОЙ

Исследовано увеличение срока службы муфтовых соединений центробежных насосных агрегатов посредством проектирования модернизированного муфтового соединения. При эксплуатации центробежных агрегатов возникает проблема, связанная с небольшим сроком эксплуатации муфт из-за дисбаланса полумуфт неправильной балансировки ротора и др. Проведен объективный и всесторонний анализ работы упругой муфты. По резуль-

татам исследования существующей конструкции была проведена модернизация муфтового соединения на примере муфты упругой втулочно-пальцевой для центробежного насоса 200Д90. Создана конструкция упругой муфты, не имеющая аналогов в России.

**Ключевые слова:** муфтовые соединения, втулочно-пальцевая муфта, центробежные агрегаты.

N.N. Savelieva, Ya.V. Savelieva

## IMPROVEMENT OF ELASTIC SLEEVE-PIN CLUTCH DESIGN

The investigation purpose is life increase of clutch couplings in rotary pump units by means of designing an advanced clutch coupling.

For that there were defined the reasons of failure and short life of an elastic sleeve-pin clutch for joining a rotary pump and electromotor. As a result of industrial tests of a rotary pump unit there were revealed the following factors decreasing life and hence equipment reliability: a wrong alignment with the pump; half-coupling imbalance (pin wear, non-coaxiality (misalignment) of holes for pins or half-coupling misalignment); bearing unit gaps (bearing

defects); pump and electromotor rotor balancing; mounts and abutments of a frame base.

For elimination of drawbacks revealed there was developed an updated design of an elastic sleeve-pin clutch for the rotary pump of 200D90 type having no counterparts in Russia. During the investigation there were carried out industrial tests at PC "Samotlorneftegas". Due to the updated design offered the clutch ensures life increase and a more reliable working capacity in the course of operation.

**Key words:** clutch couplings, sleeve-pin clutch, centrifugal units.

### Введение

При эксплуатации центробежных насосных агрегатов для транспортировки скважинной продукции и технической воды возникает проблема, связанная с небольшим сроком эксплуатации муфт, которые служат для передачи крутящего момента от вала электродвигателя к валу электроцентробежного насоса.

Муфта является самым изнашиваемым звеном центробежного насосного агрегата. В настоящее время для соединения центробежных насосов с электродвигателями применяют следующие муфты: МУВП ЦНС 60/198 ГОСТ 21424-75, МУВП 200Д/90, МУВП ЦН 1000/180 ГОСТ 21424-93 [1, 5]. Представленные муфтовые соединения обладают рядом недостатков, требуется много времени для монтажа муфт. При установке и снятии

муфт можно деформировать детали соединения, нарушить целостность конструкции муфтового соединения, получить большие вибрации при эксплуатации и, как следствие, снижение наработки на отказ (повышенная степень риска при проведении огневых работ в насосном блоке на технологических установках; устаревшая конструкция используемых муфтовых соединений).

Также основной причиной уменьшения срока службы эксплуатации и преждевременного выхода из строя муфт является вибрация насосного агрегата [2]. Перечислим параметры, влияющие на уровень вибрации насосного агрегата:

- расцентровкой привода и насоса;
- дисбалансом рабочего колеса;

- неправильной посадкой рабочего колеса на вал;
- неправильное подсоединение трубопроводов;
- влиянием соединительных муфт;
- нарушением геометрии элементов подшипника;
- дефектами подшипниковых опор;
- кавитацией перекачиваемой среды;
- ослаблением крепления деталей;
- тепловым расширением элементов конструкции насоса;
- повреждениями фундаментов и опор;
- недостаточностью или некачественностью смазки и др.

*Целью исследования* является увеличение срока службы муфтовых соединений центробежных насосных агрегатов посредством проектирования модернизированного муфтового соединения.

Задачи исследования:

- сокращение непроизводительного времени при проведении работ по замене электродвигателя насосных агрегатов;
- уменьшение степени риска при проведении монтажа и демонтажа муфтовых соединений;

### **Факторы, влияющие на уровень вибрации насосного агрегата**

В результате промышленных испытаний центробежного насосного агрегата были выявлены следующие факторы, уменьшающие надежность работы оборудования:

- неправильная центровка с насосом;
- дисбаланс полумуфт (износ пальцев, несоосность отверстий под пальцы или несоосность полумуфт);

### **Мероприятия по увеличению срока службы муфты**

Предложены мероприятия по повышению работоспособности и безопасной эксплуатации насосных агрегатов. Проводился контроль вибрационного состояния насосных агрегатов посредством определения зон и границ вибрационного состояния, измерения виброскорости, виброускорения и построения их спектральных графиков. Также изучалась эксплуатация насосных агрегатов в неноминальных ре-

- исключение возможности разрушения муфтового соединения;
- сокращение затрат, связанных с использованием сварочной техники;
- упрощение проведения процедуры замены муфтовых соединений;
- возможность проведения реставрации в связи с модульностью предлагаемой конструкции изделия;
- упрощение проведения ремонтных работ по текущему ремонту и техническому обслуживанию, а так же операций по замене подшипниковых узлов;
- сокращение затрат на проведение работ по ремонту и техническому обслуживанию.

*Методы исследования.* Были проведены измерения уровня вибрации в соответствии с международным стандартом ISO 10816-3:1998 «Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях» [8]. Также контроль работы центробежных насосов проводился по состоянию подшипников, муфт, валов в соответствии со стандартами на муфты упругие [3].

- зазоры подшипниковых узлов (дефекты подшипников);
- балансировка роторов насоса и электродвигателя [4];
- крепления и прилегание основания рамы.

При отклонении одного или нескольких факторов работы насоса, подшипники выходят из строя, как у насоса, так и у электродвигателя.

жимах работы. Была проведена установка элементов виброизолирующей компенсирующей системы и увеличена несущая способность фундаментов насосных блоков. В исследовании первоначально была рассмотрена существующая конструкция используемого муфтового соединения, представленная на рис. 1.



Рис. 1. Стандартное заводское исполнение муфт

По результатам исследования были выделены следующие недостатки:

1. Непроизводительные временные затраты на проведение операций по монтажу и демонтажу муфтовых соединений [6,7].

### Модернизированное исполнение упругой муфты

В проводимых конструкторских работах было создано модернизированное муфтовое соединение, представленное на рис. 2, 3. Конструкторские работы проводили с использованием прикладной профессиональной программы Компас 3DV18 [9]. В существующую конструкцию добавлены установочные штифты, которые установлены в специальные фрезерованные отверстия, которые позволяют проводить операции текущего ремонта, быстрый монтаж, разбор и замену муфтовых соединений.

2. Использование при демонтаже съемников приводит к образованию задиров по внутреннему диаметру полумуфты, на валу насоса и роторе электродвигателя.

3. Муфтовые соединения поставляются без балансировки, из-за чего увеличивается коэффициент вибрации, и как следствие, снижение наработки на отказ.

4. Уменьшается срок службы и увеличивается дисбаланс муфтовых соединений за счет операций по монтажу и демонтажу муфты.

5. Увеличенная степень риска при проведении огневых работ в насосном блоке на технологических установках.

6. Небольшой срок службы от 3 до 5 лет.

Модернизированное исполнение муфт:



Рис. 2. Модернизированное исполнение муфты в сборе

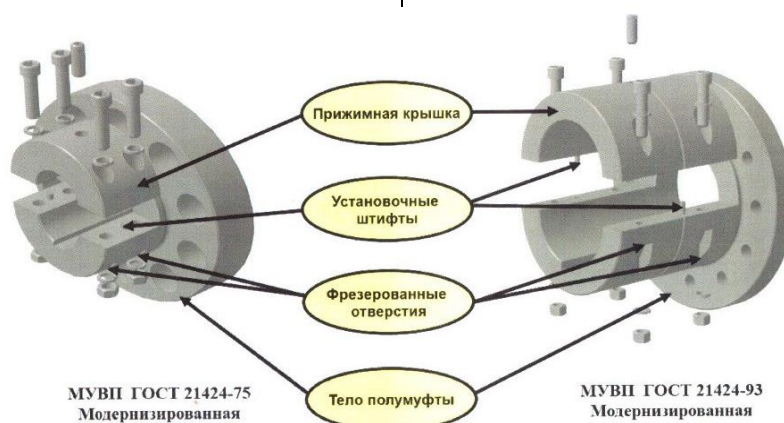


Рис. 3. Модернизированная муфта упругая втулочно-пальцевая

Модернизированная конструкция муфты. На рис. 3 изображена в разборе модернизированная полумуфта электродвигателя МУВП ГОСТ 21424-93. Рас-

сматриваемая конструкция муфтового соединения позволяет исключить неправильную центровку насоса и электродвигателя, будет обеспечиваться надежная работа

подшипниковых узлов, исключен изгиб валов. Таким образом, мы упрощаем методы монтажа и демонтажа данного типа муфты МУВП (муфта упругая втулочно-пальцевая ГОСТ-21424-93 на центробежный насос 200Д90).

На рис. 5 изображена модернизированная упругая втулочно-пальцевая муфта. Достоинствами предложенной модели является: простота конструкции, а также допускается смещение валов относительно горизонтальной оси от 1 до 5 мм, радиаль-

ное смещение валов 0.1 до 0.4 мм. Достигается такая возможность за счет применения компенсаторов, изготовленных из резины и дающих возможность компенсировать вышеприведенные смещения. Наиболее значимым достоинством является возможность монтажа муфты без операции напрессовки, что существенно упрощает установку и демонтаж муфтового соединения. Недостатком конструкции является проведение балансировки на фальшвалах при монтаже муфты.

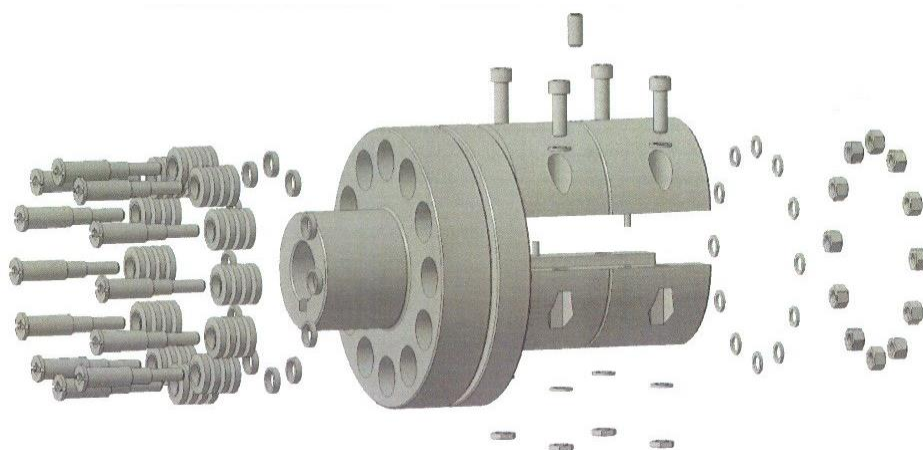


Рис. 5. Модернизированная муфта упругая втулочно-пальцевая

### Заключение

Испытания показали, что применение модернизированной упругой втулочно-пальцевой муфты увеличивает ее срок службы, работоспособность и безопасность эксплуатации центробежных насосных агрегатов. Результаты опытных образ-

цов подтверждают повышение уровня вибрационной скорости до уровня «хороший», повышение несущей способности свайных оснований, фундаментов насосных блоков.

### Выводы

1. Сокращение временных затрат на проведение операций по монтажу и демонтажу муфтовых соединений при применении разъемной конструкции с установочными штифтами.

2. Уменьшение времени демонтажа модернизированной муфты при применении модернизированной конструкции.

3. Сокращение непроизводительного времени и снижение затрат на проведение текущего ремонта и капитального ремонта насосных агрегатов вследствие сокращения времени на разбор и сбор модернизированной втулочно-пальцевой упругой муфты.

4. Удобство монтажа и демонтажа полумуфты при проведении операций по обслуживанию и ремонту центробежных агрегатов вследствие съема верхней части полумуфты.

5. Уменьшение уровня вибрации насосных агрегатов благодаря балансировке муфтового соединения, увеличение межремонтного периода.

6. Уменьшение степени риска при отказе от огневых работ в насосном блоке на технологических установках.

Конструкция упругой втулочно-пальцевой муфты, предлагаемая в работе, позволяет усовершенствовать технологическое обслуживание насосных агрегатов,

упростить текущий и капитальный ремонт. При этом увеличивается надежность насосных агрегатов, что очень актуально

для объектов нефтяного комплекса, перекачивающих большие объемы жидкости.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / под ред. И.Н. Жестковой. Изд. 8-е перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2001. Т. 2. 912 с. ISBN 5-217-02964-1.
2. Владимиров А.И. Испытания нефтегазового оборудования и их метрологическое обеспечение: учебное пособие / под ред. А.И. Владимиров, В.Я. Кершенбаум. Москва, Проспект, 2016. 608 с.
3. ГОСТ 21424-93. Муфты упругие втулочно-пальцевые. Параметры и размеры.
4. Ласуков Р.Я. Анализ причин преждевременных отказов при эксплуатации ЭЦН в пластах группы ЮС Восточно-Сургутского месторождения и методы борьбы с ними // Науки о земле. 2015. № 11.

1. Anuriev V.I. *Reference Book of Designer-Machinist*: in 3 Vol. / under the editorship of I.N. Zhestkova. 8-th Edition revised and supplemented. M.: Mechanical Engineering, 2001. Vol. 2. 912 p. ISBN 5-217-02964-1.
2. Vladimirov A.I. *Tests of Oil-Gas Equipment and Its Metrological Support*: manual / under the editorship of A.I. Vladimirov, V.Ya. Kerschenbaum. Moscow, Booklet, 2016. 608 p.
3. GOST 21424-93. *Elastic Sleeve-Pin Clutches. Parameters and Dimensions*.
4. Lasukov R.Ya. Reason analysis of untimely failures at ERP operation in seams of US group in East-Surgut Field and methods for their control // *Sciences of Ground*. 2015. No. 11.

5. Поляков В.С., Барбаш И.Д., Ряховский О.А. Справочник по муфтам. М.: Машиностроение, 1974. 352 с.
6. Савельева Н. Н., Соколова И.Ю., Беляев О.В. Нефтегазопромысловое оборудование: учеб.-метод. пособие. Тюмень, ТИУ, 2018. 100 с.
7. Сафиуллин Р.Р., Матвеев Ю.Г., Бурцев Е.А. Анализ работы установок электроцентробежных насосов и технические методы повышения их надежности. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2011. 90 с.
8. Graham Kelly S. *Mechanical vibrations. Sieditions / Theuniversityof Akron*. Seala. 2012. 876 p.
9. Savelyeva N.N. Creation of an automation system for engineering calculation of preparation for the production at high-technology enterprises of mechanical engineering // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2018. pp. 12-29.

5. Polyakov V.S., Barbash I.D., Ryakhovsky O.A. *Reference Book on Clutches*. M.: Mechanical Engineering, 1974. p. 352.
6. Savelieva N.N., Sokolova I.Yu., Belyaev O.V. *Oil-Gas Field Equipment*: manual. Tyumen, TIU, 2018. pp. 100.
7. Safiullin R.R., Matveev Yu.G., Burtsev E.A. *Analysis of Electro-Rotary Pumps Operation and Engineering Methods for Their Reliability Increase*. Ufa: USNTU Publishers, 2011. 90 p.
8. Graham Kelly S. *Mechanical vibrations. Sieditions / Theuniversityof Akron*. Seala. 2012. 876 p.
9. Savelyeva N.N. Creation of an automation system for engineering calculation of preparation for the production at high-technology enterprises of mechanical engineering // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2018. pp. 12-29.

Ссылка для цитирования:

Савельева Н.Н., Савельев Я.В. Совершенствование конструкции муфты упругой втулочно-пальцевой // *Вестник Брянского государственного технического университета*. 2020. № 8. С. 13-17. DOI: 10.30987/1999-8775-2020-8-13-17.

Статья поступила в редакцию 03.03.20.

Рецензент: д.т.н., профессор Брянского государственного технического университета

Хандожко А.В.,

член редсовета журнала «Вестник БГТУ».

Статья принята к публикации 22.07.20.

**Савельева Наталия Николаевна**, к. пед. н, доцент кафедры «Нефтегазовое дело» филиала Тюменского индустриального университета в г. Нижневартовске, тел. 8-952-723-08-24, e-mail: nnsavelieva@yandex.ru.

**Savelieva Natalia Nikolaevna**, Can. Sc. Ped., Assistant Prof. of the Dep. "Oil-Gas Matter", Branch of Tyumen Industrial University, Nizhnevartovsk, phone: 8 952 723 08 24, e-mail: nnsavelieva@yandex.ru.

**Савельев Яков Васильевич**, студент научного исследовательского Томского политехнического университета, Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности, тел. 8-952-154-11-52, e-mail: jakoff.saveljev@yandex.ru.

**Saveliev Yakov Vasilievich**, Student of Tomsk Research Polytechnic University, Engineering School of Nondestructive Control and Safety, phone: 8 952 154 11 52, e-mail: jakoff.saveljev@yandex.ru.