

**ГЕРВИКОН**  
**HERVICON**



**ЭККОН**  
**ЕККОН**



**6 - 9 сентября 2011, СумГУ, г. Сумы, Украина**

*XIII Международная научно-техническая конференция "ГЕРВИКОН-2011"  
Международный форум "НАСОСЫ-2011"  
Семинар "ЭККОН-11"*

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ВОЗДУШНЫХ КОМПРЕССОРОВ ПОЗ. 101J НА ПРОИЗВОДСТВАХ АММИАКА**

**Кухарев И.Е.<sup>1</sup>, Филоненко Ю.С.<sup>2</sup>, Корнев В.В.<sup>3</sup>**

### **АННОТАЦИЯ**

*Информация о модернизации компрессорного агрегата с целью повышения его надёжности и экономичности. Описание конструкции установленных узлов производства ООО «ТРИЗ», их преимущества и принцип работы.*

**Ключевые слова:** комплексная модернизация, производительность, уровень вибрации, демпферные подшипники, лабиринтные уплотнения, упругие муфты.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Под модернизацией воздушных компрессоров, в данном случае, подразумевается реконструкция, связанная с установкой узлов, разработанных и изготовленных ООО «ТРИЗ» с целью снижения неизбежных потерь мощности в агрегате и повышения его надёжности. Полученная таким образом экономия мощности может быть использована для сжатия дополнительного количества воздуха. Рассмотрим более подробно влияние каждого узла на повышение эффективности агрегата в целом.

---

<sup>1</sup> Кухарев Игорь Евгеньевич, руководитель проекта, ООО «ТРИЗ», ул. Машиностроителей, 1, 40020, г. Сумы, Украина

<sup>2</sup> Филоненко Юрий Сергеевич, руководитель проекта, ООО «ТРИЗ», ул. Машиностроителей, 1, 40020, г. Сумы, Украина

<sup>3</sup> Корнев Вадим Витальевич, руководитель проекта, ООО «ТРИЗ», ул. Машиностроителей, 1, 40020, г. Сумы, Украина

## 1. УПРУГИЕ СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ МУФТЫ

Упругие соединительные муфты (рис. 1) устанавливаются взамен штатных зубчатых муфт. Передача крутящего момента, в таких муфтах, производится через пакеты упругих элементов. Благодаря упругим свойствам пакетов упругих элементов, муфты способны демпфировать колебания валопровода, упругие муфты обладают прекрасными компенсирующими и виброизолирующими свойствами, за счёт упругих свойств мембран, не требуют смазки, просты в обслуживании, имеют низкие потери мощности на трение и длительный срок службы. Наборная конструкция мембран не подвержена заклиниванию.

Упругие муфты одновременно обладают жесткостью в отношении кручения и гибкостью в осевом и угловом направлениях, компенсируя значительные величины расцентровки валов, в том числе несоосность. Муфты соответствуют требованиям стандарта API 671 «Муфты специального назначения для применения в нефтеперерабатывающей промышленности».



Рисунок 1 - Упругие соединительные муфты

Эффект от замены штатных зубчатых муфт на упругие:

- снижение потерь мощности за счет устранения трения между зубьями;
- снижение нагрузок, действующих на соединяемые валы и воспринимаемых опорными подшипниками за счет лучших компенсирующих свойств упругих муфт. Снижение нагрузок приводит к снижению потерь мощности на трение в подшипниках.

Потери мощности в зубчатой муфте составляют около 1%. Мощность, передаваемая компрессору на номинальном режиме, составляет около 12 МВт. Таким образом, ориентировочно, потери суммарно составят около 120 кВт. Даже считая, что установка упругих муфт снизит потери передаваемой мощности на 0,5 % ожидаемый годовой эффект составит:

$$60 \text{ кВт} \times 24 \text{ час.} \times 365 \text{ сут} = 525 \text{ 600 кВт} \times \text{час/год};$$

## 2. ЛАБИРИНТНЫЕ УПЛОТНЕНИЯ

Лабиринтные уплотнения (рис. 2) проточной части, выполненные из полимерных материалов, позволяют снизить величину протечек за счет уменьшения величины зазора. Так как полимерный материал допускает касание уплотнительных гребешков с вращающимся ротором, то зазор в уплотнении может быть уменьшен в 2-3 раза. При незначительных перемещениях ротора, за счет гибкости материала и конструктивным особенностям, гребни уплотнения отклоняются. При снятии нагрузки гребни возвращаются в исходное положение. Это позволяет сохранить зазоры стабильными на протяжении всего периода эксплуатации. При значительном перемещении ротора в результате повышенной вибрации (нарушение технологического режима эксплуатации компрессора, помпаж, выход на рабочий режим работы и т.д.) гребни уплотнения, в местах касания с ротором, вытираются. При этом на роторе отсутствуют какие-либо повреждения.

Согласно расчетам уменьшение потерь мощности, связанных с перетоками газа в лабиринтных уплотнениях позволяют повысить КПД компрессорного агрегата на 2,4...2,7 % и снизить потребляемую мощность на 191,7...212,6 кВт. При неизменной потребляемой мощности возможно увеличение производительности. Величина зазоров в лабиринтных уплотнениях и их износ, в процессе эксплуатации, напрямую зависят от величины прецессии ротора в опорных подшипниках.

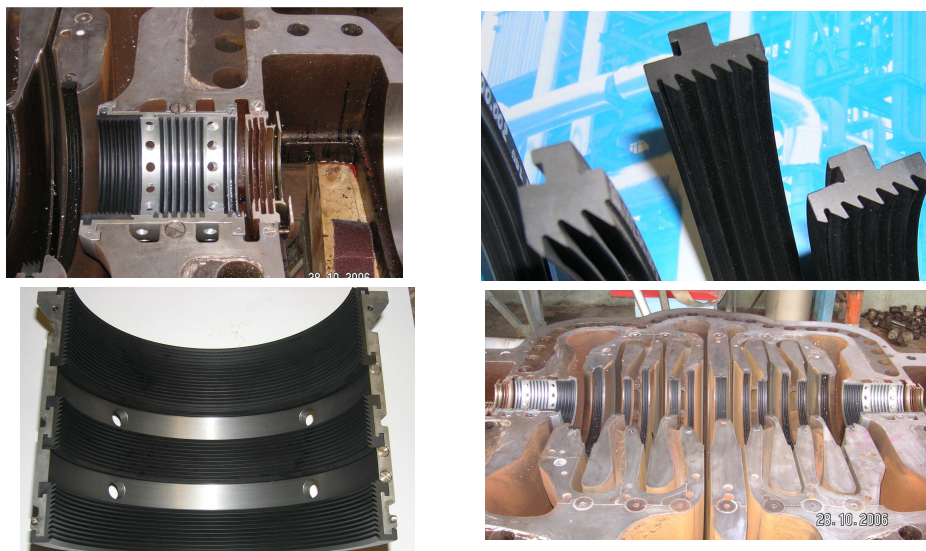


Рисунок 2 - Лабиринтные уплотнения из полимерного материала.

### 3. ДЕМПФЕРНЫЕ ПОДШИПНИКИ

Демпферные подшипники (рис. 3) производства фирмы «ТРИЗ» позволяют снизить прецессию ротора компрессора в 1,5...2 раза. Применение демпферных подшипников обеспечивает высокую стабильность зазоров в процессе эксплуатации благодаря отсутствию механических контактов опорных колодок с корпусом подшипника и их высокой несущей способности. Использование совместно с уплотнениями из полимерного материала демпферных подшипников позволяет не только продлить срок службы дорогостоящих полимерных уплотнений, но и сохранить стабильной производительность агрегата на протяжении нескольких межремонтных периодов благодаря стабильности зазоров в лабиринтных уплотнениях. Как показывает практика, именно увеличение зазоров в штатных уплотнениях, по причине повышенной вибрации ротора на пусковых и нерасчетных режимах эксплуатации, становится причиной постепенного снижения производительности корпуса сжатия.

Демпферные подшипники обладают повышенной несущей способностью по сравнению с подшипником штатной конструкции. Отличаются простотой, компактностью и высокой ремонтпригодностью. Установка демпферных подшипников позволяет повысить надежность и экономичность агрегата, снизить уровень вибрации, в том числе при переходных и нестационарных режимах работы, обеспечивает мягкий переход через критическую частоту.

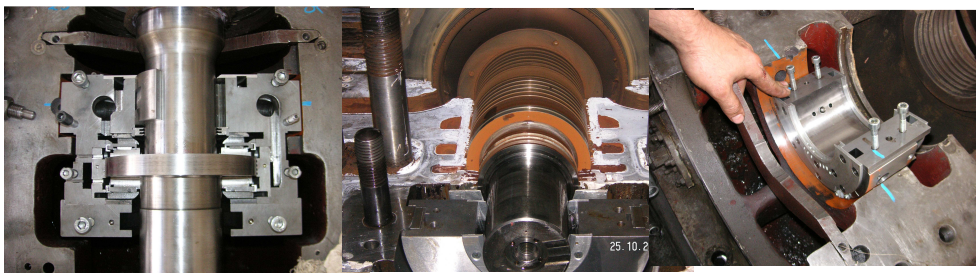


Рисунок 3 - Демпферные подшипники для корпусов сжатия

При модернизации установка демпферных подшипников выполняется и в мультипликаторах (рис. 4). Использование демпферных подшипников в мультипликаторах имеет следующие преимущества:

- повышенная, в сравнении с «лимонными» или многоклиновыми подшипниками, демпфирующая способность за счет наличия



самоустанавливающихся колодок с двумя демпфирующими масляными пленками;

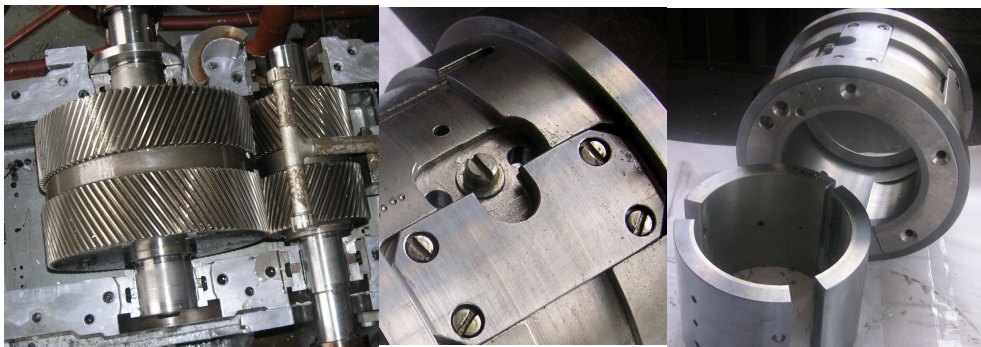


Рисунок 4 - Демпферные подшипники для мультипликаторов

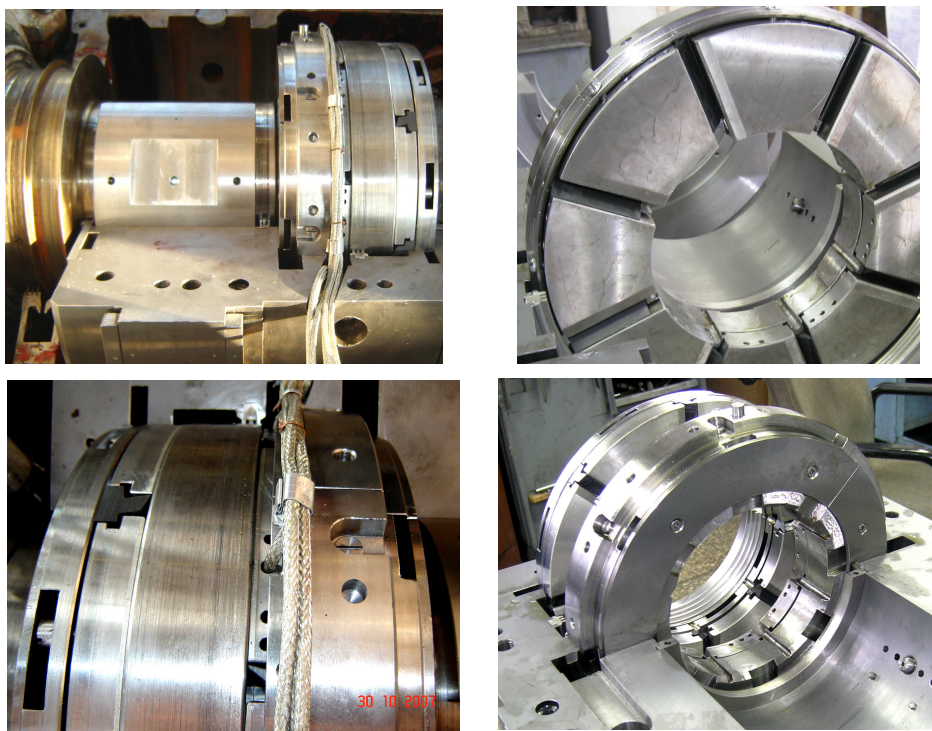


Рисунок 5 - Демпферный опорно-упорный подшипник паровой турбины К15-41

- повышенная ремонтпригодность узла (для исправления дефектов баббитовой поверхности или восстановления увеличенных зазоров достаточно выполнить расточку и установку нового комплекта колодок, при этом отпадает необходимость в выполнении шабровки);

- наличие «сухарей» на наружной посадочной поверхности снижает время выполнения укладки зубчатой пары;

- износ вкладышей минимален, Это позволяет сохранить монтажные зазоры, предотвращает перекося осей зубчатой пары, вызывающий увеличение потерь мощности в зацеплении.

С целью повышения надежности опорно-упорного узла паровой турбины К15-41 привода компрессора К-1290, цеха производства аммиака ОАО «Гродно АЗОТ», ООО «ТРИЗ» был спроектирован и изготовлен демпферный опорно-упорный подшипник (рис. 5). Улучшение эксплуатационных характеристик было достигнуто за счет: отказа от сферической посадочной поверхности, наличия демпфирующей опорной части, упорной системы рычажного типа. Подшипник находится в эксплуатации с 2007 года, и за этот период нареканий на его работу со стороны технических служб не поступало.

## **ВЫВОДЫ**

Эксплуатация агрегата с установленными узлами ООО «ТРИЗ» показала их высокую надежность и эффективность. Это позволило:

- повысить надежность агрегатов;
- снизить общий уровень вибрации;
- снизить затраты на ремонт и обслуживание;
- повысить эффективность работы за счет снижения потерь мощности.

## **IMPROVING RELIABILITY OF POS. 101J AIR COMPRESSORS AT AMMONIA PRODUCTION**

**Igor Kuharev, Yuri Filonenko, Vadim Korenev,  
TRIZ Ltd**

### **SUMMARY**

*There disclosed information on the compressor unit modernization to improve its reliability and effectiveness. There described designs of installed assembly units of TRIZ OOO production, as well as their advantages and principles of operation.*

**Keywords: complex modernization, efficiency, vibration level, damping bearings, labyrinth seals, flexible couplings.**