

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПАНИЯ

**ПУК  
ДУАД**

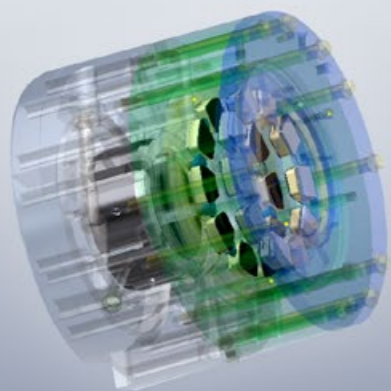


## **ОПОРНЫЕ И УПОРНЫЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПОДШИПНИКИ ВСЕХ ТИПОВ**

**Для нефтяной, газовой, химической,  
нефтегазоперерабатывающей,  
энергетической и других отраслей**

гмв. Мб-7Н

3



## РАЗРАБАТЫВАЕМ И ИЗГОТАВЛИВАЕМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ООО «ПИК «Диад» — это хорошо сплоченная команда выдающихся специалистов в своей отрасли. Специалисты нашей команды занимаются разработкой, проектированием и изготовлением подшипников скольжения для вращающегося оборудования последние 30 лет.

Наши подшипники скольжения, разработанные по техническим требованиям заказчиков, оптимизируют работу широкого ряда оборудования и машин вращения большой мощности.

Наши подшипники применяются в насосах, центробежных компрессорах, паровых и газовых турбинах, редукторах и мультипликаторах, а также в другом оборудовании, с высоким требованием к экономичности и надежности работы. Там, где в условиях повышенной нагруженности, высокоскоростных, динамически неустойчивых, нестационарных режимах эксплуатации нужна минимизация потерь мощности, обеспечение высоких температурных характеристики способность выдерживать высокую нагрузку.

**Мы разрабатываем передовые технологии и развиваем производственные мощности для того, чтобы наилучшим образом удовлетворить потребности наших заказчиков.**

Подшипники, изготавливаемые нашим предприятием, полностью удовлетворяют требованиям стандарта API 617. С 2015 года в компании ведется НИОКР, направленный на совершенствование технологии работы с различными полимерными материалами.

Профессиональные знания нашей команды в области современных материалов и производственные мощности предприятия позволяют выпускать изделия с самими высокими эксплуатационными характеристиками, а также производить проектно-исследовательские работы, в частности, проектирование опорных и упорных подшипников скольжения.



Ассортимент продукции ООО «ПИК «Диад» предлагает широкий спектр конфигураций подшипников скольжения от маслозаполненных подшипников с фиксированной геометрией до подшипников с гидродинамическими самоустанавливающимися сегментами, предназначенными для передачи нагрузок с вращающегося вала с минимальной потерей мощности и оптимальными динамическими характеристиками. Наши конструкторы работают совместно с инженерами Заказчика для выполнения конкретных требований к условиям эксплуатации и эффективности, а также для предоставления оптимального решения, которое будет соответствовать самым высоким стандартам отрасли.

### ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАШЕЙ ПРОДУКЦИИ:

- Насосное и компрессорное оборудование
- Генераторы и электрические машины
- Редукторы
- Паровые и газовые турбины

### КОМПАНИЯ ВЫПУСКАЕТ СЛЕДУЮЩИЕ ВИДЫ ПРОДУКЦИИ:

- опорные и упорные подшипники компрессоров (нагнетателей) ГПА и нефтехимической промышленности
- подшипники генераторов и электродвигателей
- подшипники блока масляных насосов компрессора ГПА
- подпятник ГЗ УЭЦН габаритов 92, 103, 114, 130
- опорные и упорные подшипники для насосов ЦНС-180
- опорные и упорные подшипники для редукторов и мультипликаторов
- другие подшипники, охватывающие весь спектр вращающихся машин и оборудования
- вкладыши и колодки для ремонта и замены скользящих поверхностей

**Продукция Компании изготавливается по собственной документации или по документации Заказчика.**

**Наша продукция проходит стендовые, опытно-эксплуатационные и другие испытания с прекрасными результатами.**



## ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА НАШИХ ПОДШИПНИКОВ

- Опыт проектирования подшипников компании ООО «ПИК «Диад» в сочетании со знанием современных материалов позволяют применять различные специальные конструкционные решения для создания подшипников, оптимизированных для максимальной производительности.
- Подшипники с самоустанавливающимися сегментами выдерживают значительно более высокие нагрузки и нивелируют несоосность
- Направленная смазка снижает температуру поверхности подшипника, повышает допустимую нагрузку и позволяет значительно снизить потерю мощности
- Математически просчитанная геометрия сегментов позволяет достичь оптимальные динамические характеристики, тем самым обеспечить демпфирующие свойства и оптимальную жесткость
- Передовые материалы обеспечивают работу при повышенных температурах и нагрузках
- Контрольно-измерительные приборы осуществляют измерения температуры подшипника и могут служить первичным индикатором неисправности агрегата
- Мы делаем специализированные расчеты для выбора опор качающихся сегментов
- Мы разрабатываем в конструкции подшипников специальные линии подачи смазки и специальные форсунки для снижения температуры и равномерного распределения нагрузки

## ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕДОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В НАШЕЙ ПРОДУКЦИИ

Разработанная компанией ООО «ПИК «Диад» технология нанесения полимерного материала на основе полимера полиэфирэфиркетона (PEEK) позволяет создавать подшипники с существенно улучшенными физическими и трибологическими свойствами по сравнению с классическим баббитом.

Физические свойства материалов для поверхности скольжения выбираются в зависимости от требований заказчика, основой является высококачественный полимер PEEK, разработанный британской компанией VICTREX®. Наполнителями, определяющими физические и химические свойства композитного материала являются специализированные добавки, такие как графитовые волокна, шаровой графит, стекловолокно и другие, повышающие температуру, химическую стойкость, проницаемость, предельное давление и скорость, устойчивость к трению и износу, пластичность и технологичность.

Материалы VICTREX используются в качестве трибологических компонентов благодаря их великолепной устойчивости к износу в условиях большого давления и скорости.

Применение полимерных материалов позволяет использовать смазывающие жидкости с минимальной вязкостью, работать на перекачиваемой жидкости вплоть до воды. Высокие температурные характеристики в сочетании с высоким удельным давлением, при одинаковых условиях работы, позволяют уменьшить массогабаритные размеры почти в два раза по сравнению с баббитовым покрытием.

Подшипники нашей Компании с полимерным слоем зарекомендовали себя эффективно при работе в граничных условиях масляного голодания или «всухую», не нанося повреждений на шейках вращающихся роторов в виде задиров, наволакивания и других механических повреждений. Это позволяет уберечь дорогостоящие механизмы от ремонта или замены.

Простота конструкции позволяет устанавливать подшипники без доработки в штатные подшипниковые места вращающихся механизмов.

Проведенные стендовые, опытно-эксплуатационные и другие испытания подтвердили преимущество полимерного материала PEEK над баббитом.

## ПРЕИМУЩЕСТВО ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА РЕЕК НАД БАББИТОМ 83 В ПОДШИПНИКАХ СКОЛЬЖЕНИЯ

### 1. ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА:

- РЕЕК допускает работу подшипников со смазкой низкой вязкости (возможность работы на воде) с тонким смазочным и несущим слоем, что уменьшает жидкостное трение и позволяет уменьшить потери мощности в подшипнике до 8%
- Коэффициент трения РЕЕК в 8 раз ниже, что обеспечивает снижение потерь мощности на трение до 30%
- Работа в граничных условиях потребления масла при пуске и останове (при масляном голодании) позволяет защитить поверхность вала от механических повреждений: таких как задиры, наклепы растрескивания и пригорания
- Уменьшение пускового крутящего момента

### 2. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА:

- Материал РЕЕК устойчив к воздействию большинства химических соединений, включая сероводород и аммиак, что делает его оптимальным для

применения в технических устройствах на химических производствах

- Возможность работать с повышенным содержанием газа в масле

### 3. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА:

- Высокая допустимая нагрузка на подшипник, до 10 МПа (для сравнения, у баббита до 3,0 МПа), позволяет уменьшить габариты подшипника
- Высокая температурная характеристика, до 250°C, что в 2,5 раза превышает баббитовые аналоги
- Повышенная допустимая нагрузка и высокая рабочая температура позволяют уменьшить давление и расход масла через подшипник, увеличить температуру подаваемого масла
- Повышенная износостойкость подшипника с полимером РЕЕК в 2–3 раза превышает баббитовые аналоги
- Пленочное покрытие шеек роторов выделяемым модифицированным графитом с материала РЕЕК

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА И БАББИТА

Материал	Плотность	Прочность при растяжении, МПа	Удлинение при растяжении, %	Модуль упругости, ГПа	Прочность при сжатии, МПа	Предел текучести при сжатии, МПа	Рабочая температура, °С
Баббит Б83	7.35	140	2,2	12,5	110	80-85	до 95
РЕЕК	1.45	-	-	-	170	370	до 250

Материал	Температура плавления, °С	Твердость по Бринеллю, НВ	Твердость по Шарпи, кДж/м <sup>2</sup>	Удельное давление, МПа	Коэффициент трения по стали		
					Покоя	При слабой смазке, трагичное трение	Условия достаточной смазки
Баббит Б83	343	27-30	-	2,0-2,5	0,6-0,8	0,07-0,12	0,12-0,15
РЕЕК	370	-	5,0	7,0-8,0	0,09-0,12	0,04-0,05	0,02-0,04

приводит к отсутствию износа рабочих поверхностей вала ротора и уменьшению коэффициента трения

- Полимерные материалы обладают способностью запрессовывать в себя инородные включения, попадающие в масляный клин
- Повышенный модуль эластичности РЕЕК дает более высокий предел перегрузок в подшипнике при переходных процессах, перекосах и вибрационных нагрузках

### 4. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА:

- Материал РЕЕК является электрическим изолятором, устраняет риск электрической эрозии подшипника и вала ротора нагнетателя от блуждающих токов

### 5. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЕК В КАЧЕСТВЕ АНТИФРИКЦИОННОГО СЛОЯ В ПОДШИПНИКАХ СКОЛЬЖЕНИЯ НАД БАББИТОВЫМИ НА ПРИМЕРЕ НАГНЕТАТЕЛЯ АГРЕГАТА ГПА-Ц-16:

- Потери мощности на трение в подшипниках нагнетателя с баббитовыми подшипниками, кВт:
  - упорный – 34,54
  - опорный – 6,61

Суммарные потери мощности с баббитовыми подшипниками составляют:

$$34,54 + 2 \times 6,61 = 47,76 \text{ кВт}$$

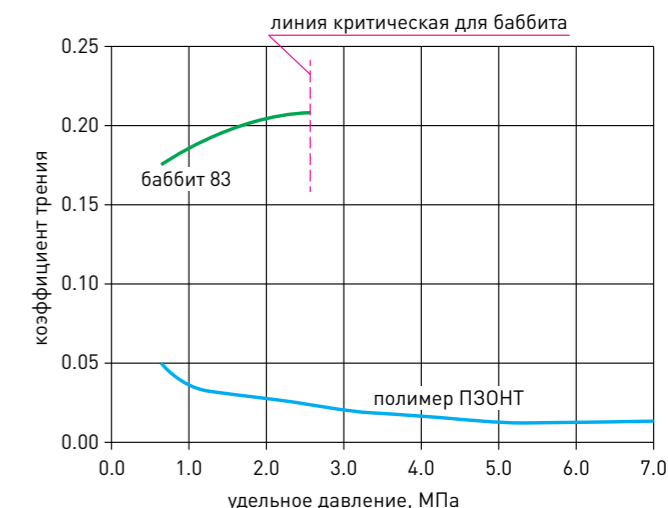
Уменьшение потерь мощности при применении полимера РЕЕК в подшипниках (за счет уменьшения на 30% коэффициента трения) составит:

$$47,76 \times 0,3 = 14,33 \text{ кВт}$$

При наработке 6000 часов, годовая экономия для одного ГПА, составит 33000 м<sup>3</sup> топливного газа

- За счет уменьшения температуры и расхода масла потребления электроэнергии вентилятором АВОМ уменьшится на 20%, что соответствует годовой экономии электроэнергии (при среднем потреблении АВОМ 5,5 кВт) 6600 кВт/ч
- Средний показатель МТВФ (наработка на отказ) материала РЕЕК превышает в 2–3 раза подшипники с заливкой баббитом
- Отсутствие повреждения шеек вала ротора нагнетателя в течении всего срока эксплуатации
- В агрегатах с сухими газодинамическими уплотнениями отпадает необходимость установки пускового насоса смазки и напорных баков

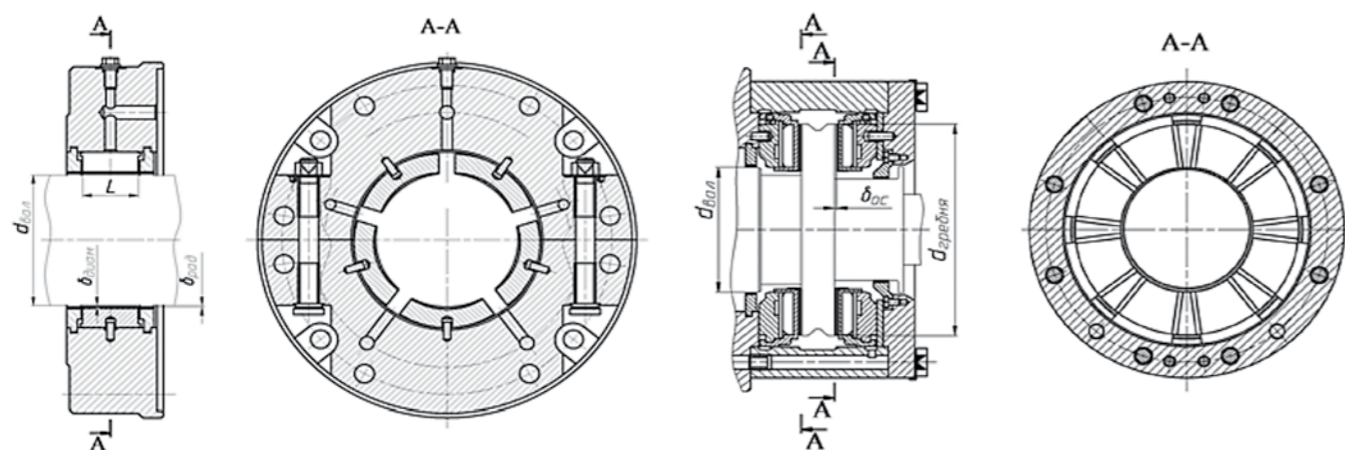
### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УДЕЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА И БАББИТА



## СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ И ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ

В сентябре 2017 года на компрессоре ГПА Ц-16-№4 Чайковского ЛПУМГ КЦ-3 были установлены под опытно-эксплуатационные испытания опорный и опорно-упорный подшипники с качающимися колодками.

Испытания полностью доказали устойчивость работы подшипников как в стандартных условиях, так и в условиях кратно превышающих нагрузок.



### ОПОРНЫЕ ПОДШИПНИКИ

**Тип:** пятиколодочные маслозаполненные  
**Материал:** основа колодки – сталь, антифрикционный слой – полимерный материал РЕЕК

**Тип смазочного масла:** масло типа ТП-22  
**Номинальное давление подачи смазки:** 1,6 кг/см<sup>2</sup>  
**Рабочий диаметр вала:** от 40–250 мм

### РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ:

- Нарботка более 10000 часов
- Во время ревизии, после 4000 часов, изменений на поверхности не обнаружено
- Температура снижена на 30%
- Вибрация снижена на 15%

### УПОРНЫЙ ПОДШИПНИК

**Тип:** гидродинамические маслозаполненные  
**Материал:** основа колодки – сталь, антифрикционный слой – полимерный материал РЕЕК

**Тип смазочного масла:** масло типа ТП-22  
**Рабочий диапазон температур:** до 150°С  
**Номинальное давление подачи смазки:** 1,6 кг/см<sup>2</sup>  
**Рабочий диаметр вала:** от 40–250 мм

## СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ И ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Испытания на стенде (СМИ) ПНИПУ (г. Пермь) в декабре 2016 г. подтвердили, что материал Н30ДД успешно работает при окружных скоростях 75 м/с (12000 об/мин) и с выбегом ротора в течении 5–6 минут при оборотах с 9000 об/мин (57 м/с) до нуля без подачи масла. Рабочие поверхности без изменений.

Подшипники рекомендованы к применению в компрессорах НПО «Искра».

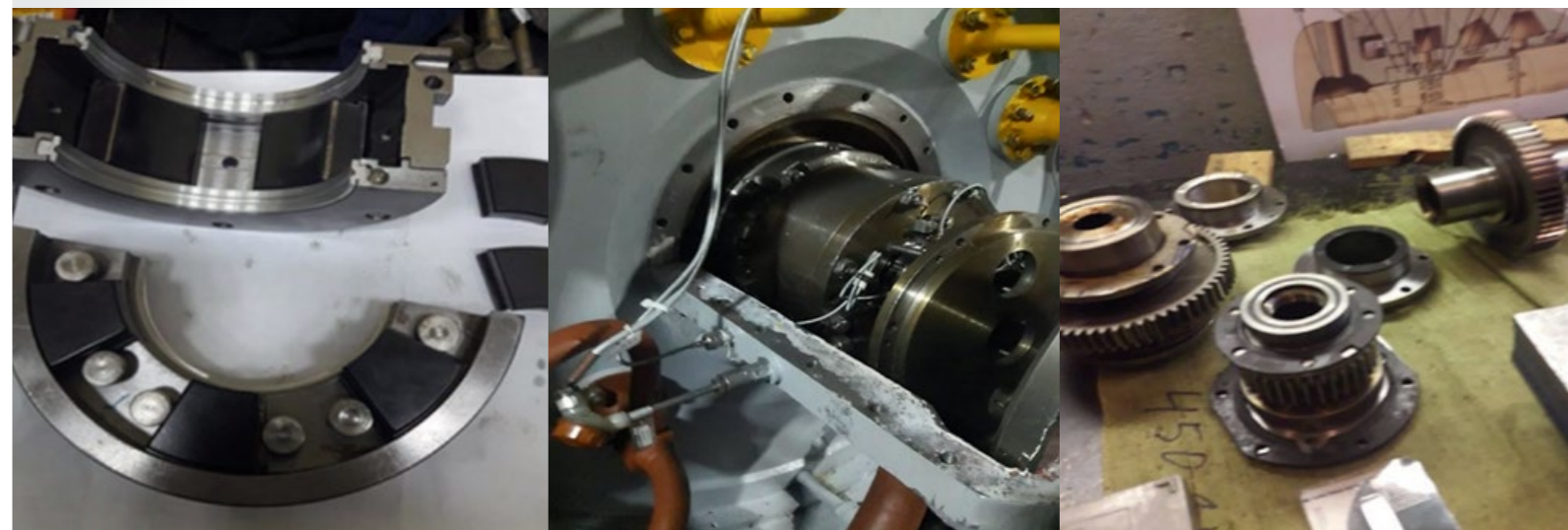
В ноябре 2017 года были проведены стендовые испытания подшипников для ЦНС-180 на предприятии ЗАО «Нижевартовскремсервис». Результаты испытаний полностью подтвердили устойчивость работы подшипников, а также доказали возможность работы без масла в течении 40 минут при вращении вала 1500 об/мин под нагрузкой.

Рекомендовано установить в штатный насос ЦНС-180 для прохождения опытно-промышленных испытаний.

Проведенные испытания на стендовом оборудовании АО «ВНИКТИ» в январе 2017 г. моторно-осевых подшипников с полимерным антифрикционным слоем, предназначенных для установки в колесно-моторный блок локомотива, показали, что поверхность трущихся слоев не изменилась. При этом удельное давление составляло 3,0 МПа, окружная скорость регулировалась от 0 до 10 м/с (больше время 10 м/с) при вращении на протяжении 26 часов «всухую», без подачи смазки. Рекомендовано для дальнейших опытно-эксплуатационных испытаний.

В декабре 2017 года были успешно проведены опытно-эксплуатационные испытания подшипников редукторной части блока маслососов нагнетателя НЦ-16/76–1,35 ГПА №61 Ивдельского ЛПУМГ. Испытания прошел комплект из шести подшипников. Комплект подшипников принят в подконтрольную эксплуатацию.

Подшипники после испытания





ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЗНАНИЯ НАШЕЙ КОМАНДЫ  
В ОБЛАСТИ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ  
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ МОЩНОСТИ  
ПРЕДПРИЯТИЯ ПОЗВОЛЯЮТ ПРОИЗВОДИТЬ  
ПОЛНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦИКЛ ОТ  
ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ДО ВЫПУСКА  
ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ С САМЫМИ ВЫСОКИМИ  
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

### НАШИ ЗАКАЗЧИКИ:



Все наши печатные материалы  
вы сможете найти на нашем сайте



[www.pik-diad.ru](http://www.pik-diad.ru) | [info@pik-diad.ru](mailto:info@pik-diad.ru)

Московская область, г. Одинцово, ул. Транспортная, 2

+7 (495) 226-06-50