

**Руководство по  
гидротурбинной  
продукции**



# СОДЕРЖАНИЕ

<b>КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О КОМПАНИИ</b>	<b>1</b>
<b>ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГИДРОТУРБИН И НОВЫЕ ПРОЕКТЫ</b>	<b>2</b>
<b>ПОДШИПНИКИ THORDON ДЛЯ ГИДРОТУРБИН</b>	
Продукция и конфигурации	3
Марки Thordon	4
Стандартные показатели износа подшипников от истирания	5
Общее руководство по выбору материала	6
Зависимость стандартного износа подшипников от уровня абразивных веществ	7
Вопросы проектирования и установки	7
Техническая поддержка	8
Программа расчета размера подшипника Thordon	8
<b>РЕШЕНИЯ THORDON ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ, УМЕНЬШЕНИЯ РАСХОДОВ И ПРОСТОЯ</b>	<b>10</b>
<b>ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ</b>	
Подшипники для основных направляющих вала турбины	10
Сегментированные уплотнения вала турбины	10
Подшипники для поворотного затвора и рабочих соединений	11
Подшипники для упора поворотного затвора	11
Подшипники для серводвигателя и сервопривода	12
Износные накладки для рабочего кольца	12
Насосные подшипники	12
Подшипники для управляющего затвора	13
Цапфенные подшипники для дроссельного клапана	13
Сетчатые подшипники и износные накладки	13
Уплотнения дроссельного клапана	13
Серводвигатель и другие применения гидравлических/пневматических уплотнений	14
Уплотнения для поворотного затвора, рабочего механизма и другие подшипники ограниченного перемещения	14
Уплотнения корпуса рабочего колеса Kaplan	14
<b>СПРАВОЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ СТАТЬИ</b>	<b>15</b>
<b>СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ</b>	<b>25</b>
<b>ТИПОВЫЕ ЧЕРТЕЖИ</b>	<b>37</b>

**Примечание:** Информация, содержащаяся в настоящем документе, представлена как часть оказываемых нами услуг для потребителей. Компания Thordon Bearings оставляет за собой право на исправление любой информации или спецификаций, входящих в настоящий документ, без предварительного уведомления.

## КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О КОМПАНИИ

Thordon Bearings Inc., член Thomson-Gordon Group, Берлингтон, Онтарио, Канада, разрабатывает и производит целый спектр высокоэффективных экологичных подшипников и систем подшипников. Известные по всему миру своими превосходными эксплуатационными характеристиками, решения и продукция Thordon широко используются в морских, прибрежных, насосных, гидротурбинных установках и во многих других отраслях промышленности, распространяясь через более чем 85 дистрибьюторов в более чем 100 странах по всему миру.

Используя собственные полимеры, разработанные и произведенные компанией Thordon для поверхности подшипников, подшипниковые решения от Thordon обеспечивают высокую надежность и долгий срок службы даже в тяжелых рабочих условиях с высоким трением. Высокие эксплуатационные характеристики продукции обеспечивают потребителям продукции Thordon меньшие затраты по жизненному циклу и большее среднее время наработки на отказ. Группа собственных опытных инженеров по проектированию применения создает инновационные конструкции систем подшипников в соответствии или даже превышая технические требования потребителей. Продукция и услуги Thordon доступны по всему миру через местных дистрибьюторов, специалисты которых прошли обучение на предприятии и готовы проконсультировать потребителей по разным вопросам: от составления спецификации по системам подшипников до обеспечения правильной установки и ввода в эксплуатацию продукции на месте.

С начала века материнская компания Thordon Bearings – Thomson-Gordon Group, семейное предприятие в четвертом поколении, учитывает важность создания высококачественной продукции для отрасли, высокой точности при изготовлении и мощной технической поддержки при применении. Сосредоточенность Thordon Bearings на проектировании и качестве получила мировое признание многих потребителей. Процедуры обеспечения качества сертифицированы в соответствии с требованиями ISO 9001:2008 Системы качества.

Подшипники и системы подшипников от Thordon являются проверенными, экономичными и экологичными решениями в соответствии со строгими и высокими требованиями к применению опорных подшипников.

## ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГИДРОТУРБИН И НОВЫЕ ПРОЕКТЫ

Thordon Bearings является первопроходцем в области производства высокоэффективных и долговечных систем уплотнений и подшипников, не требующих масла или смазочного материала.

Наши марки эластомеров (SXL, GM2401, HPSXL) гарантируют наилучшую комбинацию прочности/жесткости и гибкости/эластичности и устойчивость к истиранию. Марка термопластика (ThorPlas-Blue) представляет собой полноформатный подшипник, который может работать при давлении выше, чем эластомеры Thordon. Вне зависимости от марки или конфигурации подшипники Thordon не требуют смазывания маслом или смазочным материалом в сухих или влажных условиях.

- Долгий срок службы и меньшие расходы на техническое обслуживание означают меньшие расходы на эксплуатацию.
- Самосмазывание устраняет риск загрязнения.
- Отличная работа службы поддержки означает быструю доставку и снижение времени простоя.
- Техническая поддержка всего жизненного цикла включает системное проектирование, обработку, установку и послепродажное обслуживание.
- Сертификация ISO 9001:2008 гарантирует однородность качества решений, изготавливаемых на заказ и массово.

Тысячи потребителей по всему миру, использующих продукцию компании и для восстановления, и для новых проектов турбин, знают, что подшипники Thordon – это проверенный вариант с точки зрения эксплуатационных характеристик и стоимости. Подшипники Thordon работают долго.

### **Системы подшипников с нулевым загрязнением**

Подшипники Thordon помогают сохранить окружающую среду, в которой они работают. Наши подшипники и уплотнения не окружающую загрязняют среду.

- Не требуется смазывание маслом или смазочным материалом, при работе всухую или с жидкостью.
- Чрезвычайно долгий срок службы.
- Надежность – больше не будет проблем с выходом смазочных линий из строя.

**Высокопроизводительные подшипники без масла или смазочного материала.**

## ПРОДУКЦИЯ И КОНФИГУРАЦИИ

Компания Thordon разработала два типа полимерных подшипников и несколько марок, позволяющих выбрать оптимальные подшипники конкретно под ваши нужды.

### **Эластомерные подшипники**

Компания Thordon Bearings разработала запатентованные сплавы эластомеров и синтетических полимеров более чем 30 лет назад, изначально для использования в муфтовых подшипниках для вертикальных насосов. Уникальная структура полимера обеспечивает базовые свойства, ожидаемые от высокоэффективной резины, если бы такая резина существовала. Однако продукция Thordon прочнее, при этом она высокоэластичная, прочная и упругая по своей природе, с самосмазыванием и гораздо меньшим коэффициентом трения и способна выдерживать гораздо большее давление в сравнении с резиной.

Эластомерные марки подшипников от Thordon не армируются слоями ткани, а являются цельным изделием, где все свойства одинаковы по всей толщине стенки подшипника. В сравнении с другими неметаллическими включениями, например фенопластом, продукция Thordon несколько мягче и значительно гибче. В результате в условиях небольшой неровности, когда создается нагрузка на края, продукция Thordon немного деформируется, позволяя нагрузке распределиться по большей площади. Местное давление на край подшипника значительно уменьшается. Благодаря своей эластичной природе продукция Thordon также может выдерживать большую вибрацию и ударную нагрузку без необратимой деформации или повреждения. Компания Thordon предлагает три эластомерных марки и две конфигурации.

Различные исследования, проведенные за многие годы, позволили разработать четыре различных подшипника – четыре марки эластомерной продукции – XL, SXL, HPSXL и GM2401. Это позволяет выбрать оптимальное решение на основании характеристик продукции, соответствующих конкретным требованиям к применению.

### **Термопластичные подшипники ThorPlas-Blue**

ThorPlas-Blue – это специальная запатентованная продукция термопластичных подшипников. Несмотря на то, что весь ассортимент высокоэффективных эластомерных подшипников обладает высокими эксплуатационными характеристиками для соответствующих видов применения, имеются такие технические ограничения, как максимальная температура и давление, которые необходимо соблюдать в обязательном порядке при применении продукции.

Для решения этой проблемы компания Thordon Bearings разработала ThorPlas-Blue, которые значительно расширяют сферу применения подшипников от Thordon, при этом сохраняя многие эксплуатационные преимущества, свойственные продукции Thordon.

В сравнении с эластомерной продукцией от Thordon, ThorPlas-Blue обеспечивают:

- повышенную прочность и жесткость, выдерживая максимальное динамическое рабочее давление до 45 МПа (6527 фунтов на кв. дюйм) в полноценной трубчатой конфигурации;
- улучшенную возможность работы при повышенных температурах до 80 °C (176 °F) в воде;
- повышенную химическую стойкость во всех основных химических категориях;
- повышенный срок службы в неабразивной среде.

**В испытаниях Powertech ThorPlas-Blue показал исключительные характеристики по износу, в частности при сухих испытаниях. Согласно Powertech, наблюдалось совсем небольшое количество признаков напряжения материала подшипника и совсем не было признаков повреждения поверхности шейки.**



## МАРКИ THORDON

### ThorPlas-Blue

- Специально разработанный термопластик для применений с высоким давлением до 45 МПа (6527 фунтов на кв. дюйм);
- Полноформатная трубчатая конфигурация;
- Очень малый износ в неабразивных средах;
- Работает в воде до 80 °C (176 °F).



### Thordon SXL

- Рабочее давление до 10 МПа (1450 фунтов на кв. дюйм);
- Коэффициент трения обычно составляет 0,10-0,20;
- Работа всухую или с жидкостью;
- Высокая стойкость к трению, ударным нагрузкам и вибрации;
- Способность сухого запуска.



### Thordon HPSXL TRAXL

- Для применений с высоким давлением до 55 МПа (8000 фунтов на кв. дюйм) для динамической нагрузки или давлением 70 МПа (10 000 фунтов на кв. дюйм) для статической пиковой нагрузки;
- Коэффициент трения обычно составляет 0,06-0,12;
- Высокая стойкость к ударным нагрузкам и вибрации.



### Thordon XL

- Максимальное динамическое рабочее давление 5,5 МПа (800 фунтов на кв. дюйм) в ограниченном движении;
- Низкий коэффициент трения (обычно 0,20-0,25);
- Высокая стойкость к истиранию в сухих применениях;
- Высокая стойкость к ударным нагрузкам и вибрации.



### Thordon Composite (GM2401)

- Изготовлен специально для применения в очень абразивных водяных средах;
- Жестче и как минимум вдвое прочнее на истирание, чем резина;
- Пониженный коэффициент трения в сравнении с резиной.



### Thordon PT80

- Отличное сохранение механических свойств (в воде) или при повышенных температурах;
- Внутренняя смазка обеспечивает возможности сухого запуска аналогично Thordon SXL;
- Характеристики износостойкости, аналогичные представленным эластомерным маркам Thordon;
- Низкий коэффициент трения.



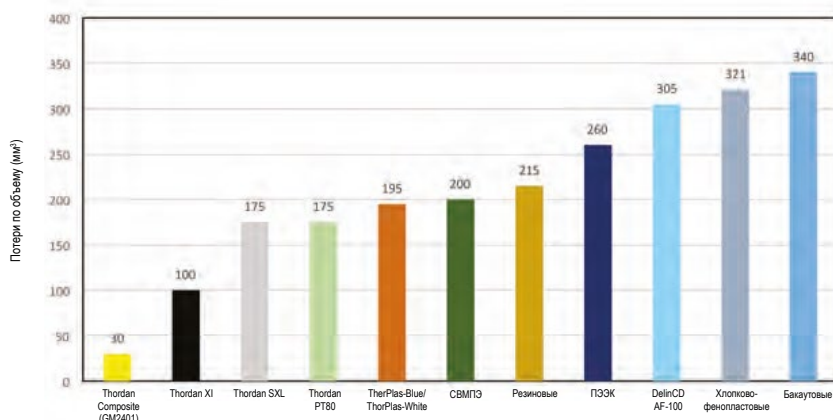
### Thorseal

- Отталкивает абразивные материалы от поверхности подшипника;
- Давление от 0–100 МПа (0–15 000 фунтов на кв. дюйм);
- Прочный – не срезается и не рвется;
- Низкое трение – самосмазывание;
- Используется по одному или в несколько уровней для ограниченного движения и возвратно-поступательного линейного применения;
- Может быть спроектирован на заказ для решения различных проблем с уплотнением • малое трение – самосмазывание.



## СТАНДАРТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИЗНОСА ПОДШИПНИКОВ ОТ ТРЕНИЯ

Испытание на истирание с вращающимся барабаном (ASTM D 5963-96)



# ОБЩЕЕ РУКОВОДСТВО ПО ВЫБОРУ МАТЕРИАЛА ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИМЕНЕНИЯ

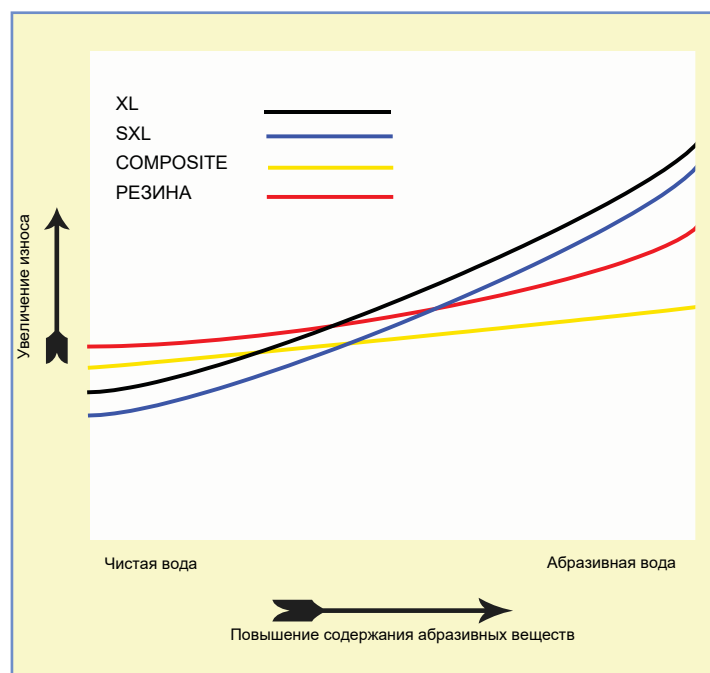
Смазка/ Рабочее давление	Рекомендуемые марки Thordon		
	★★★★★	★★★★	★★★
<b>Всухую (гермет. или минимальное трение)</b>			
0–10 МПа (0–1450 фунтов на кв. дюйм)	SXL / PT80	ThorPlas-Blue	
10–15 МПа (1450–2175 фунтов на кв. дюйм)	HPSXL	ThorPlas-Blue	
15–45 МПа (2175–6525 фунтов на кв. дюйм)	ThorPlas-Blue	HPSXL TRAXL	
45–55 МПа (6525–8000 фунтов на кв. дюйм)	HPSXL TRAXL		
<b>Всухую (наличие абразивной среды)</b>			
0–5,5 МПа (0–800 фунтов на кв. дюйм)	XL	SXL/PT80	ThorPlas-Blue
5,5–10 МПа (800–1450 фунтов на кв. дюйм)	SXL / PT80	ThorPlas-Blue	
10–15 МПа (1450–2175 фунтов на кв. дюйм)	HPSXL	ThorPlas-Blue	
15–45 МПа (2175–6525 фунтов на кв. дюйм)	ThorPlas-Blue		
<b>С жидкостью (гермет. или минимальное трение)</b>			
0–10 МПа (0–1450 фунтов на кв. дюйм)	SXL / PT80	ThorPlas-Blue	
10–15 МПа (1450–2175 фунтов на кв. дюйм)	HPSXL	ThorPlas-Blue	
15–45 МПа (2175–6525 фунтов на кв. дюйм)	ThorPlas-Blue	HPSXL TRAXL	
45–55 МПа (6525–8000 фунтов на кв. дюйм)	HPSXL TRAXL		
<b>С жидкостью (наличие абразивной среды)</b>			
0–3 МПа (0–500 фунтов на кв. дюйм)	GM2401	SXL / PT80	ThorPlas-Blue
3–10 МПа (500–1450 фунтов на кв. дюйм)	SXL / PT80	ThorPlas-Blue	
10–15 МПа (1450–2175 фунтов на кв. дюйм)	HPSXL	ThorPlas-Blue	
15–45 МПа (2175–6525 фунтов на кв. дюйм)	ThorPlas-Blue		
<b>Питьевая вода (с жидкостью или почти всухую)</b>			
0–3 МПа (0–500 фунтов на кв. дюйм)	ThorPlas-White		
3–10 МПа (500–1450 фунтов на кв. дюйм)	ThorPlas-White		
10–15 МПа (1450–2175 фунтов на кв. дюйм)	ThorPlas-White		
15–45 МПа (2175–6525 фунтов на кв. дюйм)	ThorPlas-White		

*Примечание: Максимальные давления, указанные для различной продукции, основаны на максимальных динамических рабочих давлениях для прерывистого ограниченного движения. Для применений, связанных с непрерывным вращающимся движением, предельные значения PV материалов значительно уменьшат максимальные допустимые давления, указанные выше.*

Это общее руководство исключительно для технических целей. Ответственные виды применения, когда значения давления или температуры близки к предельным, или связанные с нестандартными средами, должны изучаться и утверждаться компанией Thordon Engineering.



## ЗАВИСИМОСТЬ СТАНДАРТНОГО ИЗНОСА ПОДШИПНИКОВ ОТ УРОВНЯ АБРАЗИВНЫХ ВЕЩЕСТВ



## ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УСТАНОВКИ

До выбора марки Thordon для своего применения необходимо учесть следующие критерии:

- скорости (число оборотов в минуту);
- тип смазки;
- давления;
- объем абразивных материалов;
- степень ударной нагрузки;
- температура окружающей среды (максимум/минимум);
- особые условия окружающей среды (например, прерывистое воздействие очистки паром высокой температуры);
- температура среды (насосы);
- температура технологического процесса (насосы);
- уровни pH (насосы);
- компания Thordon создала программу расчета
- размера подшипника для помощи проектировщикам при расчетах правильного размера подшипника Thordon (см. пример выходных данных выше);
- инженеры компании Thordon могут помочь при проектировании подшипниковых решений и предоставить чертежи.

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА

Thordon Bearings понимает важность высококачественной продукции, высокой точности при изготовлении и технической поддержки в применении. Собственные инженеры Thordon Bearings плотно работают вместе с потребителями для создания инновационных конструкций систем подшипников в соответствии или даже превышая технические требования применения. При необходимости составляются полные технические чертежи. Компания Thordon обладает многолетним опытом применения продукции почти во всех отраслях промышленности и предлагает техническую поддержку при обработке и установке.

Для быстрого реагирования на нужды потребителей Thordon Bearings обеспечивает быструю доставку и снижение времени простоя. Подшипники стандартного размера хранятся на заводе и у дистрибьюторов Thordon по всему миру. Специальные размеры или конструкции можно получить посредством механической обработки в соответствии с конкретными требованиями потребителя и быстро доставить в любую точку мира.



## ПРОГРАММА РАСЧЕТА РАЗМЕРА ПОДШИПНИКА THORDON

Программа расчета размера подшипника Thordon предоставляется для помощи проектировщикам при расчетах правильного размера подшипника Thordon. Входные параметры программы включают в себя число оборотов вала в минуту, посадку с натягом или крепежную посадку, тип смазки, вид эксплуатации, нагрузку на подшипник и т. п. Выходные параметры включают в себя обработанные размеры подшипника и допуски, объем посадки, объем закрытия отверстия, мин. установочный зазор, рабочий зазор и т. п. Пример выходных параметров программы расчета размера подшипника Thordon прилагается.

Спроектированное для работы на ПК (персональном компьютере), программное обеспечение работает в операционной системе Windows. Программа имеет цветной формат на основе меню, чтобы можно было вводить данные с минимальными усилиями. Выходные данные можно распечатать, а входные – сохранить в файле. Для получения копии программы свяжитесь с Thordon или местным дистрибьютором или зайдите на наш сайт по адресу <http://www.thordonbearings.com>.

## ПРИМЕР ВЫХОДНЫХ ДАННЫХ

Программа расчета размера подшипников Thordon  
№: 901263BM33 V 2006.2  
Дата печати: 28.02.2015

THORDON BEARINGS INC.  
L7M 1A6, Канада, Берлингтон, Онтарио, Мэйнвей драйв 3225  
Телефон: 905-335-1440, Факс: 905-335-0209,  
www.thordonbearings.com

### Общая информация

Дистрибьютор Thordon:

Головной офис Thordon

Заказчик:

Название проекта:

Гидротурбинные подшипники

Рассчитал:

Проверил:

Примечания:

Шифр чертежа:

Номер MRP:

### Результаты

**== ВНИМАНИЕ ==**

**Необходимо учитывать метод осевого удержания.**

	Спроектировано при 21 °C	Обработано при 21 °C
Внутренний диаметр обработанного подшипника:	80,70	80,70 мм (Только в справочных целях)
Наружный диаметр обработанного подшипника:	88,48	88,48 мм +0,05, -0,05
Расчетная длина обработанного подшипника:	113,78	113,78 мм +0,00, -0,25
Толщина стенки подшипника:	3,89	3,89 мм +0,00, -0,05
Объем натяга:	0,53 мм	
Коэффициент закрытия отверстия:	1,100	
Объем закрытия отверстия:	0,58 мм	
Минимальный установочный диаметральный зазор:	0,12 мм	
Диаметральный рабочий зазор:	0,08 мм	
Диаметральное тепловое расширение:	0,03 мм	
Диаметральный допуск поглощения:	0,01 мм	
Осевое тепловое расширение:	0,05 мм	
Допуск осевого поглощения:	0,17 мм	
Наружный диаметр после охлаждения сухим льдом:	88,17 мм	
Примечание: После охлаждения сухим льдом требуется принудительное сжатие; Никогда не погружайте подшипник ThorPlas® в жидкий азот!		

### Входные данные

Размерная шкала:	Метрическая
Температурная шкала:	Цельсия
Максимальная рабочая температура:	30 °C
Минимальная рабочая температура:	-2 °C
Температура окружающей среды в механическом цехе:	21 °C
Максимальный диаметр вала:	80,00 мм
Максимальный диаметр корпуса:	87,95 мм
Минимальный диаметр корпуса:	87,95 мм
Длина корпуса:	114,00 мм
Тип смазки:	Вода
Марка используемого подшипника Thordon:	ThorPlas®
Вид эксплуатации:	Промышл. колебательное вращение
Тип установки:	Посадка с натягом и заморозкой
Нагрузка на подшипник:	0 кг
Число оборотов вала в минуту:	0

## РЕШЕНИЯ THORDON ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ, УМЕНЬШЕНИЯ РАСХОДОВ И ПРОСТОЯ

Теперь вы можете уменьшить расходы на техническое обслуживание, снизить время простоя и получить более надежные подшипники, которые прослужат дольше. Это снижает затраты на эксплуатационное обслуживание, необходимое для подшипников.

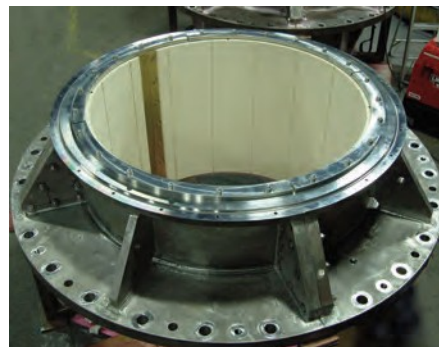
Уникальные полимеры Thordon по своим эксплуатационным характеристикам превосходят другие подшипники:

- Низкий коэффициент трения;
- Очень малый износ в абразивных водяных средах;
- Высокая стойкость к ударным нагрузкам и вибрации;
- Высокие эксплуатационные характеристики при давлении до 70 МПа (10 000 фунтов на кв. дюйм);
- Высокая упругость.

### ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

**Применение: Подшипники для основных направляющих вала турбины**  
**Рекомендуемые марки: SXL и GM2401**

Thordon Bearings рекомендует две марки подшипников для использования в качестве смазываемых водой подшипников для основных направляющих турбины. Thordon SXL обладает наименьшим коэффициентом трения, отличными характеристиками стойкости к адгезионному износу и хорошей износостойкостью при взаимодействии с абразивными веществами. GM2401 специально разработаны для обеспечения оптимальной износостойкости в абразивных водяных условиях, обычно работая в два или более раза дольше резиновых подшипников, при этом обладая значительно более низким коэффициентом трения в сравнении с резиной.



Подшипники Thordon могут использоваться в качестве замены резиновых и других неметаллических подшипников в имеющихся системах подшипников со смазыванием водой или в качестве полного перехода от систем смазывания маслом или смазочным материалом к смазыванию водой без загрязнения. Несмотря на то, что они являются высокоэластичными по своей природе, подшипники Thordon, в частности SXL, жестче резины и способны выдерживать большие нагрузки. При этом поддерживается высокая степень упругости, а рабочие зазоры аналогичны тем, которые имеются при использовании резиновых подшипников.

Подшипники Thordon для основных направляющих обычно поставляются уже приклеенными к разъемным корпусам подшипников или, в случае валов с большим диаметром, к многосегментным блокам. Подшипники Thordon могут также поставляться при необходимости в клепочной конфигурации.

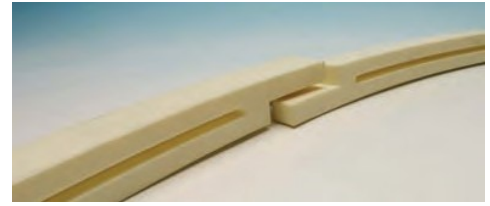
**Применение: Сегментированные уплотнения вала турбины**  
**Рекомендуемая марка: SXL**

Радиальные и осевые сегментированные уплотнения вала Thordon SXL обеспечивают увеличенную износостойчивость в сравнении с углеграфитовыми уплотнениями, в частности при наличии абразивных материалов.



Нет абсолютно никакого риска повредить прочные уплотнения SXL при установке, а общие расходы во время всего срока службы значительно меньше.

Сегментированные уплотнения вала Thordon поставляются отлитыми по размеру в соответствии с диаметром вала.

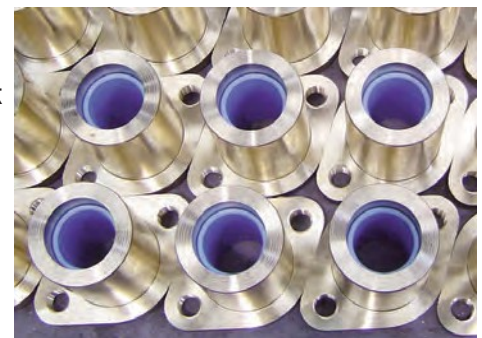


**Применение: Подшипники для поворотного затвора и рабочих соединений**  
**Рекомендуемые марки: HPSXL, HPSXL TRAXL и ThorPlas-Blue**

Полноформатные подшипники Thordon HPSXL TRAXL или HPSXL для некоторых машин меньшего размера подходят для работы с меньшим давлением и рекомендуются для использования в системах подшипников для поворотного затвора и соединений. HPSXL, улучшенный эластомерный продукт, представленный Thordon более пяти лет назад, обеспечивает еще более высокие эксплуатационные характеристики в области стойкости к трению и износу, чем SXL TRAXL, работая как в жидкости, так и всухую. Марка HPSXL TRAXL получила наивысшую оценку при имитационных испытаниях Powertech подшипников для поворотного затвора и рабочих соединений.



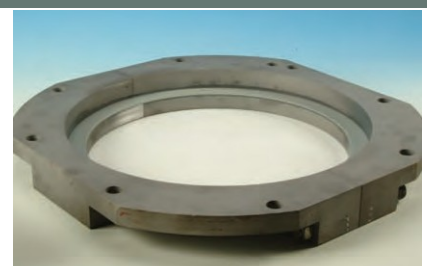
Thordon ThorPlas-Blue также хорошо подходит для использования в поворотных затворах и рабочих соединениях. Специально разработанный термопластик ThorPlas-Blue можно устанавливать в качестве полноформатного продукта, при этом он не требует бронзового кожуха, который нужен для HPSXL, чтобы соответствовать определенным требованиям по давлению в такого рода применении. Марка ThorPlas-Blue также успешно прошла испытания Powertech, показав очень низкий износ и приемлемые уровни трения. Если нужны полноформатные подшипники, ThorPlas-Blue является очевидным выбором с точки зрения эксплуатационных характеристик и цены.



И HPSXL, и ThorPlas-Blue легко обрабатываются и могут поставляться как после чистовой обработки до окончательных размеров, указанных потребителем, так и с запасом материала для упрощения соосной расточки после установки для исправления несовпадения по оси и размерной стабильности, часто встречаемых при восстановлении турбин.

**Применение: Подшипники для упора поворотного затвора**  
**Рекомендуемая марка: HPSXL**

Подшипники для упорного кольца затвора Thordon HPSXL устраняют необходимость в смазке, присущую стандартным конструкциям. Присущая эластомерам HPSXL упругость и низкий коэффициент трения обеспечивают плавную работу затвора без прилипания-





проскальзывания. Конструкции Thordon обычно подразумевают включение упорного подшипника в подшипник крышки верхней головки за счет полимеризации HPSXL на фланце на верхнем подшипнике, но можно заказать и отдельные упорные подшипники.

**Применение: Подшипники для серводвигателя и сервопривода**  
**Рекомендуемые марки: HPSXL TRAXL и ThorPlas-Blue**

Подшипники HPSXL TRAXL рекомендуются для серводвигателя и сервопривода. Эластомерный HPSXL может компенсировать небольшое несовпадение с осью, которое часто происходит у таких подшипников, при этом можно устранить необходимость в смазке.

ThorPlas-Blue также является хорошим выбором для подшипников в таких сферах применения. Самосмазывание и возможность установки в виде полноформатной трубки, а также отличное поведение ThorPlas-Blue при нагрузке на кромки, что может происходить при небольшом несовпадении с осью.



**Применение: Износные накладки для рабочего кольца**  
**Рекомендуемые марки: SXL и HPSXL**

Вертикальные и горизонтальные износные накладки для рабочего кольца Thordon SXL и HPSXL обеспечивают плавную работу без смазки и высокую устойчивость к истиранию. Обычно поставляемые отлитыми по размеру вместе со вставками из нержавеющей стали для механического крепления, износные накладки Thordon можно также приклеить на месте с помощью клея, одобренного Thordon.



**Применение: Насосные подшипники**  
**Рекомендуемые марки: SXL, XL, GM2401 и ThorPlas-Blue**

Насосные подшипники Thordon, смазываемые водой и не загрязняющие среду, обладают возможностями сухого запуска, длительным сроком службы, низким трением и высокой стойкостью к абразивному износу. Доступные в виде четырех марок, насосные подшипники Thordon можно подобрать для оптимизации конкретных эксплуатационных характеристик. От Thordon Composite для нижних подшипников коробки с высокой устойчивостью к истиранию до Thordon SXL для верхних подшипников с возможностью пуска всухую и ThorPlas-Blue для работы с повышенными температурами, насосные подшипники Thordon превосходят резиновые подшипники по эксплуатационным характеристикам минимум в два раза в абразивной среде. Не имея ограничений по сроку хранения или диапазону стандартных производственных размеров, насосные подшипники Thordon способствуют быстрому обороту и уменьшению необходимых запасов для технического обслуживания. Дорогостоящей замены втулок или валов часто можно избежать за счет механической обработки трубок Thordon с подготовленными канавками до точных нужных нестандартных размеров.



Доступно отдельное руководство по насосным подшипникам.

**Применение: Подшипники регулирующего затвора**  
**Рекомендуемые марки: HPSXL**

Поставляются в шарнирной или втулочно-прокладочной конфигурациях в соответствии со всеми типами применения управляющего затвора, подшипники Thordon HPSXL с низким коэффициентом трения работают плавно и легко без необходимости в смазочном материале. Являясь очень устойчивыми к истиранию и упругими, подшипники Thordon обеспечивают долгий срок службы и защиту от повреждений ударной нагрузкой в результате частых операций.



**Применение: Цапфенные подшипники для дроссельного клапана**  
**Рекомендуемые марки: HPSXL TRAXL и ThorPlas-Blue**

Цапфенные подшипники для клапана Thordon HPSXL TRAXL работают плавно и легко без необходимости в смазочном материале. Подшипники ThorPlas-Blue также хорошо работают при таком применении.



**Применение: Сетчатые подшипники и износные накладки**  
**Рекомендуемые марки: SXL, HPSXL и ThorPlas-Blue**

Являясь очень упругими и устойчивыми к абразивному истиранию, Thordon SXL являются очевидным выбором в качестве подшипников вала и износных накладок, используемых в подвижных и неподвижных ситах. Антикоррозионные подшипники Thordon обладают длительным сроком службы, при этом устраняя необходимость в техническом обслуживании и решении экологических вопросов, связанных со смазкой. В некоторых конструкциях и местах установки, когда давление может превышать предельные значения для SXL, HPSXL, или, при необходимости, ThorPlas-Blue являются рекомендуемыми вариантами ввиду их способности работать при высоком давлении.



**Применение: Уплотнения дроссельного клапана**  
**Рекомендуемая марка: Thorseal**

Стойкие к абразивному износу, прочные и гибкие, уплотнения дроссельного клапана Thorseal обеспечивают повышенную износостойкость и стойкость к повреждениям, вызываемым попаданием продуктов износа в клапан во время работы.



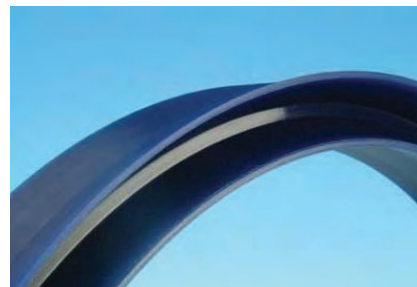
**Применение: Серводвигатель и другие применения гидравлических/пневматических уплотнений**  
**Рекомендуемая марка: Thorseal**

В серводвигателях и других применениях гидравлических/пневматических уплотнений высокопроизводительные и прочные полимерные манжетные самосмазываемые уплотнения Thorseal обеспечивают надежное уплотнение при давлении до 100 МПа (15 000 фунтов на кв. дюйм). Thorseal имеют высокую износостойкость и не нуждаются в периодической регулировке; они стойки к разрывам и выдавливанию и благодаря собственной внутренней смазке они работают с меньшим торможением и пониженным износом цилиндра. Thorseals доступны не только в стандартных размерах, но и могут быть быстро обработаны под индивидуальные требования по размерам до 1,5 м (60") в диаметре.



**Применение: Уплотнения для поворотного затвора, рабочего механизма и другие подшипники ограниченного перемещения**  
**Рекомендуемая марка: Thorseal**

Для предотвращения загрязнения подшипников поворотного затвора или других труднодоступных мест из-за абразивной воды или подшипников рабочих механизмов из-за коррозионных остатков или загрязнителей рекомендуется использовать уплотнения. Высококачественные манжетные уплотнения Thorseal изготовлены из крепкого и высокопрочного полимера с добавлением внутренней смазки и поставляются как неотъемлемая часть конструкции подшипника.

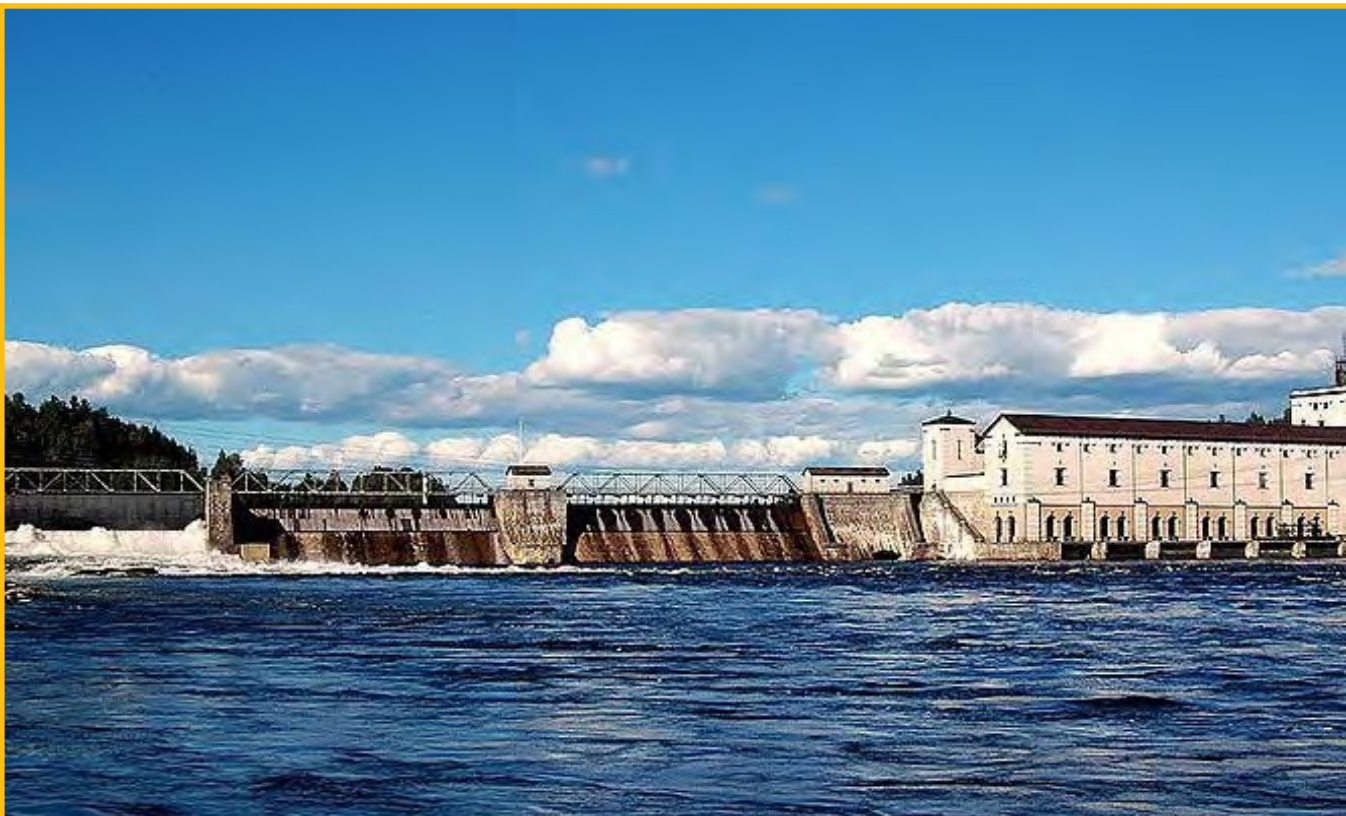


**Применение: Уплотнения корпуса рабочего колеса Kaplan**  
**Рекомендуемая марка: Thorseal**

Используя преимущества прочных и долговечных манжетных полимерных уплотнений Thorseal, была разработана улучшенная конструкция уплотнения для корпусов рабочих колес Kaplan. Фактически два специально разработанных однокольцевых уплотнения П-образного сечения соединены вместе для функционирования в качестве монолитного уплотнения двойного действия и установлены в корпус сальника лопастного вала. Наружное манжетное уплотнение предотвращает попадание воды в корпус, не позволяя загрязнить смазочное масло, а внутреннее уплотнение предотвращает вытекание масла из корпуса в окружающую среду. Эта конструкция проста в установке, является стойкой к искажениям во время перепозиционирования лопасти, а модифицированная конструкция манжета обеспечивает хорошее уплотнение в условиях значительно большего свеса лопасти, чем при стандартной упаковке. Износ вала меньше благодаря добавкам в полимер, уменьшающим трение и износ, а уплотнения могут поставляться по-отдельности для простой замены без разбора устройства.







## Восстановление Raanaafoss с помощью безмасляных подшипников для основных направляющих

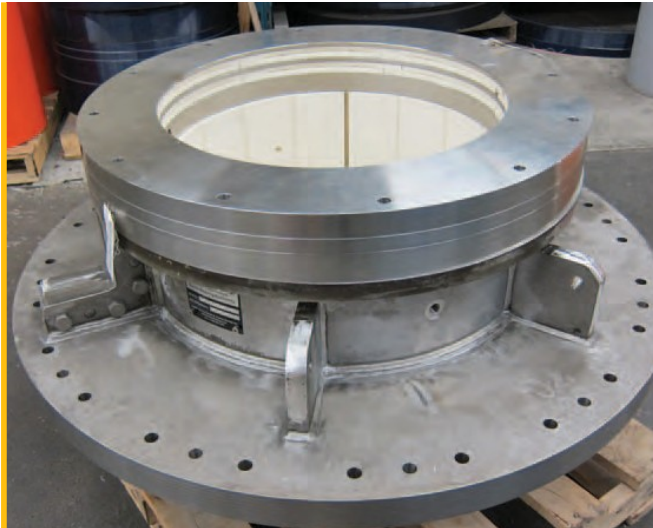
**Хорошо сконструированные, экономичные и смазываемые водой подшипники основных направляющих для проекта восстановления**

Недавно началась реализация проекта восстановления электростанции Raanaafoss I в Норвегии, первоначально построенной в 1922 году, для обновления производительности станции и улучшения ее экологичности. Для этой цели станцию, теперь носящую название Raanaafoss III, оснастили подшипниками основных направляющих со смазыванием водой и сегментированными уплотнениями вала Thordon SXL.

Выбор в пользу решения со смазыванием нижнего подшипника направляющей водой, а не маслом, позволяет смазывать подшипники речной водой, дающей энергию для турбины. Это позволяет полностью устранить риск утечки масла из блока подшипников,

### В ЭТОМ ВЫПУСКЕ...

- 1** Восстановление Raanaafoss с помощью безмасляных подшипников для основных направляющих
- 3** Вертикальные подъемные насосы теперь оснащены подшипниками SXL, не требующими смазки
- 4** Самосвалы работают с HPSXL TRAXL
- 5** SXL и Thor-Flex повышают износостойкость подшипников
- 6** Thordon на троллейбусе
- 8** SXL позволяет сэкономить тысячи долларов для целлюлозно-бумажного завода



*Смазываемый водой подшипник основной направляющей и сегментированные уплотнения вала Thordon SXL в несущем корпусе*

проход вниз по валу через коробку сальника и загрязнение турбины на выходе или сбросных вод. Переход от масла к воде в турбине не только помогает защитить окружающую среду, но и приносит преимущества в области эксплуатации и технического обслуживания в сравнении с изначальной системой подшипников, смазываемой маслом.

Линейка новых турбин, поставляемых Voith Hydro, будет устанавливаться в дополнение к существующему турбинному залу. В объем поставки входят шесть вертикальных пропеллерных турбин, каждая мощностью по 15,5 мегаватт. Ввод первого блока в эксплуатацию был завершен в декабре 2012 года, а последний блок будет запущен к весне 2016 года.

Voith Hydro, один из крупнейших мировых производителей турбин, был создан 3 года назад после проведения исследования для оценки различных возможностей обновления старой электростанции Raanaasfoss. Voith обратилась к Thordon Bearings для создания «под ключ» узла подшипников основной направляющей со смазыванием водой.

Thordon должна была создать конструкцию для всего блока с использованием для смазывания воды вместо масла. Thordon давно занимается решениями с использованием воды в качестве альтернативы маслу, и их неметаллические подшипники работают в гидроэлектрической области уже более 30 лет. Для проекта также важен был вопрос экологии, поэтому смазываемые водой подшипники Thordon казались правильным выбором и с точки зрения технических требований, и с точки зрения экологии.

Работы по проектированию подшипников для блоков Raanaasfoss были сфокусированы на получении полноценных гидродинамических подшипников, способных выдерживать ожидаемую нагрузку, с уникальным коническим шпоночным пазом Thordon

для крепления полимерного подшипника напрямую к корпусу подшипника из нержавеющей стали без использования клея или дополнительных механических креплений. Это устраняет необходимость отдельного бронзового несущего корпуса подшипника, при этом сохраняется возможность заменить съемный кожух подшипника без разбора большого корпуса опоры подшипника. Уменьшение сложности и общего количества компонентов узла приводит к значительной экономии в стоимости. Использование конического шпоночного паза Thordon значительно уменьшает время простоя при проверке подшипника или замене, так как он упрощает снятие кожухов полимерных подшипников без снятия вала или корпуса подшипника.

«Наш предыдущий опыт реализации проектов подобного типа помог нам стать экспертами в данной области. Наше общее предложение конструкции было выбрано, так как оно соответствовало техническим требованиям, имело несколько уникальных конструктивных преимуществ и представило эффективный способ уменьшения расходов путем

удаления большого количества бронзы из изначальной конструкции, – говорит Грег Огер, менеджер по развитию бизнеса Clean Power Generation, части Thordon

Beorings. – Проектировщики турбин, которые решили использовать гидродинамический подшипник основной направляющей со смазыванием водой, будут иметь преимущество перед конкурентами не только в области экологии, но и в области экономии и технических возможностей».

Чтобы максимально повысить эффективность подачи смазочной воды к подшипнику, была представлена рекомендация по установке сегментированного уплотнения вала Thordon SXL над узлом подшипника для предотвращения попадания неотфильтрованной речной воды в пространство подшипника. Конструкция с открытым контуром позволяет подавать воду в верхнюю часть подшипника, спускать через пространство подшипника, а затем выводить непосредственно через рабочее колесо. Это упрощенная, но эффективная конструкция предотвращает накопление абразивных веществ, охлаждает и смазывает подшипник и поддерживает определенную среду в пространстве подшипника для обеспечения долгого и прогнозируемого срока службы. **NW**

**Thordon давно занимается решениями с использованием воды в качестве альтернативы маслу, и их неметаллические подшипники работают в гидроэлектрической области уже более 30 лет.**



# GENESIS ВЫБИРАЕТ ВАРИАНТЫ

Когда одна из ваших гидротурбин была установлена еще в 1930-е годы и пришло время ее модернизировать, вы захотите использовать технологии, предлагающие максимальное количество вариантов, так как на самом деле никогда не знаешь, что найдешь... например, высокотехнологичный кристаллический термопластик ThorPlas от Thordon.

Компания Genesis Energy завершила проект модернизации генераторов 1, 2 и 7 на своей электростанции Tuai в Новой Зеландии в марте 2009 года. Эта станция является частью схемы выработки электроэнергии гидроэлектростанциями Waikaremoana на Северном Острове страны.

ThorPlas был признан лучшим вариантом для обновления турбин Francis.



Подшипники для поворотного затвора ThorPlas

Были подготовлены подшипники ThorPlas для поворотных затворов (верхнее, нижнее и среднее положения) путем измерения каждого отдельного корпуса и последующей механической обработки двадцати четырех специальных сопряжений. Genesis также разработала простой удерживающий воротник (показан на рисунке), добавляющий еще один уровень осевого удержания. Муфты соединений и серводвигателя также заменили на подшипники ThorPlas.

Мы спросили Яна Мередит, руководитель группы инжиниринга гидроэлектростанции, почему он выбрал ThorPlas? Ян сказал



Подшипник ThorPlas, установленный в удерживающем воротнике

следующее: «Прежде всего я изучил материал и связался с несколькими партнерами из сферы гидроэнергетики в Новой Зеландии, которые уже использовали ThorPlas. И я получил очень положительные отзывы о ThorPlas.»

«Я понял, что подшипники ThorPlas позволяют использовать зазоры плотной посадки.

Они не должны быть тонкостенными. Как и не требуется наружный кожух или облицовка. Мы можем заказать их в трубчатом виде и попросить нашего подрядчика по установке обработать их в соответствии с нашими спецификациями в точности так, как нам нужно – это определенно плюс при модернизации имеющихся машин.

Наш подрядчик MB Century сообщил, что их проще обрабатывать, при этом не образуется токсичная пыль. Для установки подшипника они просто следовали совету Pacific Driveline по заморозке подшипника с помощью сухого льда. Затем они либо слегка проталкивали их, либо врезали в корпус поворотного затвора... что значительно упрощает работу.

И это были не единственные плюсы. Когда все было установлено, мы обнаружили, что требуется меньше усилий для движения поворотных затворов, поэтому уменьшилось трение.

В ходе выполнения проекта мы поняли, что нам нужно больше ThorPlas, чем мы изначально планировали; и мы хотели также подшипники для соединений и серводвигателей.

Работать с Pacific Driveline было очень приятно. У них был дополнительный материал из Канады, который они отправили нам в нужные сроки; поэтому машины не были в простое, когда они могли бы генерировать энергию». *Nw*

**«И это были не единственные плюсы. Когда все было установлено, мы обнаружили, что требуется меньше усилий для движения поворотных затворов, поэтому уменьшилось трение».**



Подшипники ThorPlas, установленные на турбине Francis на электростанции Tuai, Новая Зеландия

## РАБОЧИЕ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ГКПС НАШЛИ НОВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПОДШИПНИКАМ THORDON



В конце 2007 года электростанция White Rock нуждалась в модернизации.

Два крупнейших гидроэлектрических блока, управляемых Городским

коммунальным предприятием Сакраменто (ГКПС), Калифорния, США, должны были закрыться для капитального ремонта.

Среди задач обязательного ремонта была замена облицовочных пластин поворотного затвора. Высоконапорная вода со временем привела к их разрушению, и утечки воды обходились в тысячи долларов в день. Так как потребовалось вскрытие машины, образовалась редкая возможность проверить, отремонтировать и обновить и другие компоненты, которые обычно недоступны, например втулки поворотного затвора.

40 поворотных затворов, каждый весом в 1500 фунтов, имеют руковообразные втулки, удерживающие валы. Оригинальные бронзовые втулки требуют постоянного смазывания из смазочных линий.

Смазка также подается в различные втулки, составляющие механизм управления затвором. Хотя на объекте ГКПС использовалась органическая желеобразная смазка на растительной основе, не считающаяся сильным загрязнителем, как, например, нефть, использование этой смазки привело к некоторым проблемам в турбинных шахтах блоков, связанных с их содержанием.

В каждой турбинной шахте накопилось значительное количество смазки, покрывающей разные детали и поверхности. До начала демонтажных работ рабочие пять дней удаляли смазку, накопившуюся за 40 лет, в итоге заполнив ею два барабана на 55 галлонов (208 л) на две трети.

«Это был бардак, там было небезопасно работать, – говорит Билл Коллинс, главный инженер-механик отдела генерирования энергии ГКПС. – Комбинезоны этих ребят были покрыты смазкой, и они перекачивали ее в контейнеры. Перспектива устранения системы смазывания смазочным материалом была совершенно очевидно привлекательной, не только потому что там было тяжело работать, но и потому что это выглядело ужасно».

После демонтажа первой машины рабочие начали заменять втулки со смазкой на подшипники Thordon HPSXL TRAXL с бронзовой основой, не требующие технического обслуживания и работающие без смазочного материала. Они начали с 20 поворотных затворов, в каждом из которых были нижние, средние и верхние втулки, таким образом заменив 60 точек смазки. На верхнем штоке поворотного затвора имеется упорная крышка, которая фиксирует рычаг поворотного затвора, когда тот поворачивается между положением открытия и закрытия. Инженеры обработали упорные крышки для обеспечения гладкой поверхности для работы шайбы Thordon SXL и установили шайбу на фланцы рычага затвора, таким образом устранив еще 20 точек смазки. У Коллинса и его начальника родилась идея – специальное задание по устранению точки смазки, которую не

предусматривала продукция Thordon. «Рабочие были так полны энтузиазма, когда устранили сначала 60, а затем 80 точек смазки, что мы подумали, что можем сделать еще кое-что, – сказал Коллинс. – И тут нас осенило».

Они решили использовать ThorPlas, термопластичную втулку Thordon без смазки, для замены небольших распорных втулок, установленных на кулисных рычагах для механизма управления затвором, таким образом устраняя еще 40 точек смазки. Кроме того, втулки серво-шатуна и втулки шатуна клапана регулирования давления заменили на безмасляные втулки ThorPlas.

Рабочие завершили работу над обоими блоками. Блоки теперь не только работали без смазочного материала, но и турбинные шахты выглядели как новые, с покрашенными рычагами затвора, шлагбаумами, полами и стенами.

Новые подшипники должны прослужить дольше предыдущих, работающих на масле. Коллинс, задавшийся целью уменьшить утечки электростанции, говорит, что подшипники Thordon также позволили свести к минимуму использование систем смазывания на электростанции.

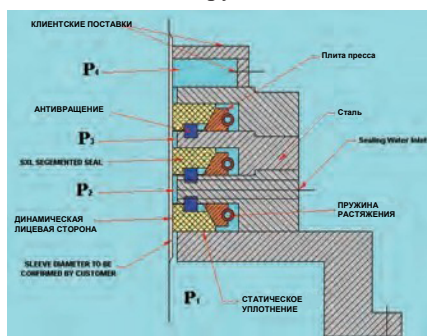
«Приятно выполнять работу в таком приятно выглядящем месте и гордиться проделанной работой, – говорит он, – без смазки кругом».



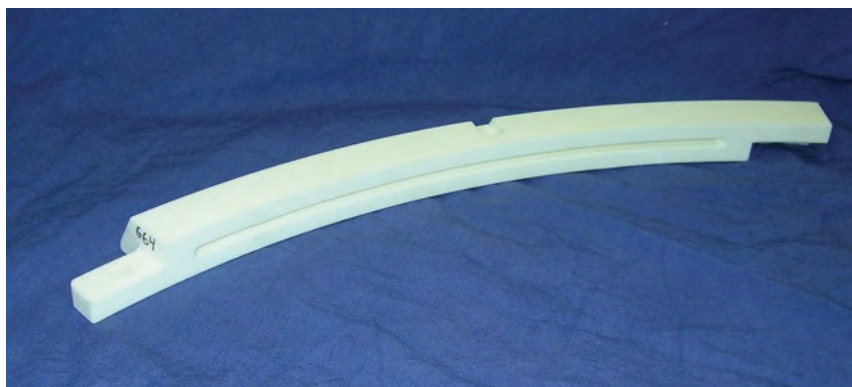
**Модернизация White Rock с подшипниками ThorPlas без смазочного материала**

# КИТАЙСКИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ТУРБИН ЗАКАЗАЛИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ УПЛОТНЕНИЯ ВАЛА

Dongfang Electrical Machinery Co., Ltd (часть Dongfang Electric Corp.) и Harbin Electric Machinery Co., Ltd. разместили недавно дополнительные заказы на эластомерные полимерные сегментированные уплотнения вала турбины Thordon SXL, увеличив общее количество заказов, в т. ч. уже выполненных в 2005 году, до шести комплектов. Уплотнения вала, проданные Proco International Co. Ltd., эксклюзивным дистрибьютором в Китае, устанавливаются/будут установлены на электростанциях Kangyang, Sanbanxi, Xiafu, Baishan и Nalan в Китае и на гидроэлектростанции Tekeze в Эфиопии. Уплотнение крупных валов



гидротурбин диаметром от 400 мм до 2000 и более мм (от 16 до 80



Сегментированное уплотнение вала SXL

дюймов) может вызвать проблемы для операторов электростанций. Обычно уплотнения для турбин состоят из двух или трех наборов собранных вместе сегментированных графитовых колец, которые трудно установить, не повредив их, и которые могут работать относительно небольшое время, если сместятся или будут подвержены воздействию абразивных материалов.

С момента своей первой установки уплотнения вала в 1982 году на электростанции Manapouri в Новой Зеландии компания Thordon Bearings

обладает огромным опытом установки сегментированных уплотнений вала. В 2003 году Thordon начала реализовывать программу по дальнейшей оптимизации конструкции своих сегментированных уплотнений вала, используя запатентованный материал SXL. SXL создается с использованием прочного эластомерного синтетического полимерного сплава, обеспечивающего простоту установки, высокую естественную стойкость к абразивному износу и хорошие эксплуатационные характеристики уплотнения.

## Потребители сегментированных уплотнений вала SXL

Заказчик	Электростанция/гидроэлектростанция	Страна	Тип уплотнения	Турбина/Насос	Число оборотов в минуту	Диаметр вала (мм)	Диаметр вала (дюймы)	Дата установки
Wang Wincor		Бразилия	Осевое	Франко		370 мм	14.57	октябрь 2005 г.
Dongfang Electric Machinery Co. Ltd	Nalan	Китай	Осевое	Франко		892 мм	35.12	октябрь 2005 г.
Harbin Electric Machinery Co. Ltd	Baishan	Китай	Радиальное	Турбина насоса	200	1015 мм	39.96	апрель 2005 г.
Harbin Electric Machinery Co. Ltd	Kaifu	Китай	Радиальное	Франко	107	1170 мм	46.08	апрель 2005 г.
Harbin Electric Machinery Co. Ltd	Sanbanxi	Китай	Осевое	Франко	186	1532 мм	60.31	март 2005 г.
Dongfang Electric Machinery Co. Ltd	Гидроэлектростанция Tekeze	Эфиопия	Радиальное	Франко		1160 мм	45.67	март 2005 г.
Dongfang Electric Machinery Co. Ltd	Гидроэлектростанция Tekeze	Эфиопия	Радиальное	Франко	300	1160 мм	45.67	март 2005 г.
Harbin Electric Machinery Co. Ltd	Kangyang	Китай	Осевое	Германия	125	970 мм	38.19	март 2005 г.
Mandian Energy	Электростанция Manapouri	Новая Зеландия	Радиальное			910 мм	35.83	декабрь 2005 г.
Changshu Hualu		Германия				2360 мм	93.10	октябрь 2004 г.
Harbin Electric Machinery Co. Ltd	Nu	Китай	Радиальное	Франко	107	1170 мм	46.08	июнь 2004 г.
Harbin Electric Machinery Co. Ltd	Ban	Китай	Радиальное	Китай	22.5	2380 мм	93.70	ноябрь 2003 г.
Dongfang Electric Machinery Co. Ltd	Fengshang	Китай	Радиальное	Германия	166	720 мм	28.35	июль 2003 г.
Harbin Electric Machinery Co. Ltd	Электростанция Gongboma	Китай	Осевое	Франко		1820 мм	71.65	март 2003 г.
Калифорнийский департамент водных ресурсов	Гидроэлектростанция San Luis	США	Радиальное			940 мм	37.01	март 2003 г.
China Power Equipment Co. Ltd	Электростанция Gongboma	Китай	Осевое	Франко		1820 мм	71.65	февраль 2003 г.
Harbin Electric Machinery Co. Ltd	Электростанция Nialong	Китай	Радиальное	Турбина насоса	750	620 мм	24.44	февраль 2003 г.
Бюро мелиорации США		США	Радиальное	Турбина Toshiba		792 мм	31.18	январь 2003 г.
Harbin Electric Machinery Co. Ltd	Banglang	Китай	Осевое	Франко		892 мм	35.12	март 2002 г.
Harbin Electric Machinery Co. Ltd	Kailan	Китай	Осевое	Франко		1526 мм	60.08	декабрь 2001 г.
Murphy River Power	Электростанция Maunabo	Новая Зеландия	Радиальное			635 мм	25.00	сентябрь 1999 г.
Shimshong Co P U D WBBN	Проект Гейза М. Давсона	США	Осевое	Турбина Франко		650 мм	25.59	июль 1998 г.
Northern Waco Co P U D Oregon	Гидроэлектростанция McNary	США	Радиальное			490 мм	19.69	апрель 1998 г.
Департамент водных ресурсов Техас		США	Радиальное			644 мм	25.35	декабрь 1996 г.
Genesee Power	Электростанция Rangiora	Новая Зеландия	Радиальное			337 мм	13.27	март 1996 г.
Seattle City Light Вашингтон	Электростанция Central City Light	США	Радиальное			400 мм	15.75	март 1996 г.
Республиканская районная организация Центральной Арizony	Навахо, река Колорадо	США	Радиальное	Насос Hocht	514	1067 мм	42.01	июль 1995 г.
Murphy River Power	Электростанция Awarua	Новая Зеландия	Радиальное			755 мм	29.71	декабрь 1992 г.
Nylon Quebec	Генераторная станция Beauport	Канада	Радиальное			1022 мм	40.24	апрель 1988 г.
Бюро мелиорации США	Гидроэлектростанция Grand Coulee	США	Радиальное	Турбина Toshiba		792 мм	31.18	март 1988 г.
Mandian Energy	Электростанция Manapouri	Новая Зеландия	Радиальное			910 мм	35.83	январь 1982 г.



# THORPLAS® БЕЗ СМАЗОЧНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ВТУЛОК РАБОЧИХ КОЛЕС KAPLAN

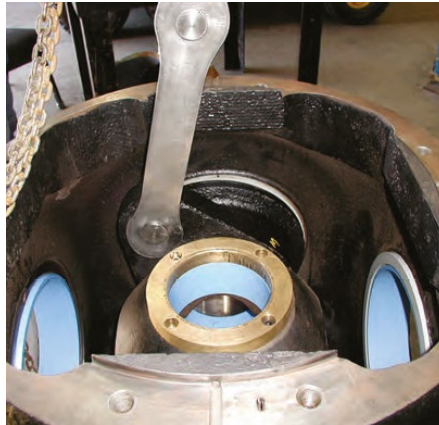
В апреле 2005 года операторы 3 МВт гидроэлектростанции Gantt, принадлежащей Электрокооперативу Алабамы и расположенной на реке Конека в Алабаме, США, решили заменить четыре цапфенные втулки рабочего колеса в вертикальной турбине Kaplan Блока 4. Втулки уменьшают трение, когда шаг рабочего колеса изменяется в зависимости от напора и потока.

На электростанции изначально было установлено три вертикальные турбины Francis. В 1984 году компания Alabama Electric заменила Блоки 1 и 2 на один 2 МВт вертикальный блок Kaplan (Блок 4). Блок 3 остается в эксплуатации. Для Блока 4 Alabama Electric выбрала втулки производства Thordon Bearings. Эта втулка представляла новую продукцию компании – ThorPlas®, специально разработанный (неэластомерный) термопластичный подшипник без смазочного материала и масла.

«Мы выбрали втулки Thordon, так как используем подшипники основных направляющих турбины Thordon с 1984 года, и у нас не возникало никаких проблем», – говорит Вес Томассон, инженер-механик центрального подразделения генерирования энергии компании Alabama Electric.

«ThorPlas® представляет собой кристаллическую однородную специально разработанную термопластичную втулку премиум-класса, которая имеет функцию самосмазывания и может выдерживать рабочее давление до 31 МПа (4500 фунтов на кв. дюйм) без необходимости в металлической подложке», – говорит Ингрид А. Мушта, профессиональный инженер и менеджер по продукции Thordon. «ThorPlas® демонстрирует исключительную устойчивость к износу и истиранию и обладает одним из самых низких показателей скорости износа среди всех жестких полимеров, – говорит Мушта. – Благодаря его отношению статического к динамическому коэффициенту трения, у него нет прилипания-проскальзывания. При этом он обеспечивает плавную, тихую и стабильную работу в таких требовательных применениях, как, например, в цапфенных подшипниках для поворотного затвора».

«Материал обладает хорошей термической устойчивостью (минимальные изменения из-за




температуры или отсутствия изменений совсем) и низким поглощением воды (минимальные изменения из-за воздействия воды или отсутствия изменений совсем), что позволяет иметь меньшие установленные зазоры», – говорит Мушта. Кроме того, она говорит, что его легко и безопасно обрабатывать, так как он не создает опасной пыли и не производит опасных побочных продуктов.

Томассон из Alabama Electric говорит, что тот факт, что подшипник является самосмазывающимся, был наиболее важным фактором при выборе. «Расположение рабочего колеса делает его труднодоступным, – говорит он. – Требуется остановка блока, снятие верхних ворот или шандорных ограждений, спуск воды из шахты и спуск туда. И даже тогда не так легко будет добраться до подшипников. Оно не было предназначено для смазывания».

Он также принимает во внимание экологичность ThorPlas®. «Если вы использовали смазочный материал, и уплотнение вышло из строя, вы могли загрязнить поток», – говорит он.

Томассон указывает на простоту установки как на еще один важный фактор при выборе продукции Thordon. Согласно Мушта, продукция устанавливается методом заморозки или плотной посадки. «Из-за его коэффициента теплового расширения ThorPlas® будет сжиматься или сокращаться при охлаждении, – говорит она. – Вы можете затем поместить подшипник в корпус проскальзыванием или легким прижимом».

Томассон говорит, что пока никаких проблем не возникало. «Со втулками легко работать, – говорит он. – За тот год, что они находятся в эксплуатации на станции, никаких проблем не было». 

*«Из журнала Hydro Review, июнь 2006 г.,  
Авторские права HCl Publications,  
www.hcipub.com,  
Приведено с разрешения»*



**Компания Alabama Electric  
установила цапфенные втулки  
рабочего колеса для своей  
турбины Kaplan**

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ НА ГЕНЕРАТОРНОЙ СТАНЦИИ INCO БОЛЬШЕ НЕ СТРАДАЕТ ОТ ВРЕМЕНИ ПРОСТАЯ



При долгих периодах экстремально холодной погоды, обычно в районе  $-35^{\circ}\text{C}$ , образуется рыхлый лед, превращающий речную воду в гигантский «коктейль со льдом». Это не является чем-то необычным для реки Спаниш в Северном Онтарио, Канада, где расположены три гидроэлектростанции Inco. Рыхлый лед возникает почти каждую весну, проникая в притоки и заставляя насосы, доставляющие воду к турбинам, застывать и отключаться.

«Когда это происходит, – говорит Клод Мэйллау, планировщик/контроллер Inco, – возникает риск работы турбины всухую». В результате подшипники основной направляющей могут перегреться, и их придется снимать, проверять и устанавливать снова.

Проще сказать, чем сделать. Так было, пока компания Inco не начала использовать Thordon SXL.

### Снабжая энергией в век развития

Река Спаниш играет очень важную двойную роль в Северном Онтарио. Это одна из наиболее завораживающих оздоровительных акваторий в провинции, привлекающая туристов со всего мира. Она также является источником гидроэлектроэнергии, питающей обширные целлюлозно-бумажные и никеледобывающие предприятия региона. Inco использует этот приток для генераторных установок, расположенных на станциях Big Eddy, в High Falls и Nairn Falls.

Большую часть работы этих станций для подшипника главной направляющей использовался *бакаут*. Но так как редкий источник этой прочной и маслянистой древесины – бакаутовое дерево, стал еще более редким, Inco обратилась к альтернативам.

«Изначально они перешли на феноловые подшипники, – говорит Лорн Торнтон, президент Pioneer Power Industries, давнего дистрибьютора Thordon Bearings, – но

возникли проблемы с техническим обслуживанием, а также другие заботы».

Проблема состояла в том, что речная вода содержит высокий уровень мелких частиц, делающих ее абразивной. В результате феноловые подшипники быстро изнашивались и нуждались в замене примерно каждые два-три года. Это был долгий процесс. На самом деле, из-за фактического растрескивания свинца, используемого в процессе, время на снятие и установку подшипников составляло до четырех месяцев.

«Все усложнило еще и то, – говорит Торнтон, – что феноловые подшипники постоянно нуждались в регулировании для поддержания эксплуатационных характеристик, что только добавляло рабочей нагрузки и расходов».

Очевидно, Inco нуждалась в решении получше. И они нашли его в лице Thordon SXL.

### Достигнутые результаты, говорящие сами за себя

Проявив себя в различных требовательных гидроэлектрических применениях по всему миру, подшипники Thordon SXL стали стандартом в индустрии. Эластомерный полимерный подшипник работает без смазочного материала, обладает примечательно низким износом и исключительными эксплуатационными характеристиками в условиях грязной воды. Он идеально подходит для основных валов и насосов, смазываемых водой, как для восстановления, так и для новых турбинных проектов.

«Inco хотела не только понизить расходы на техническое обслуживание, но и устранить растрескивание свинца. Thordon SXL решил обе эти проблемы», – говорит Торнтон.

Для уменьшения времени простоя в будущем Торнтон и инженеры Thordon Bearings порекомендовали клепочную конфигурацию. Это помогло уменьшить время на снятие, обслуживание и

повторную установку подшипников со стандартных трех-четырех месяцев до всего лишь пары дней!

Новые подшипники были установлены на Блоке №3 (одна из трех турбин) на станции Nairn Falls в 1999 году. После демонстрация отличных эксплуатационных характеристик в течение следующих 24 месяцев SXL поставили в другие два блока.

«На данный момент продукция Thordon работает уже в два раза дольше, чем предыдущие феноловые подшипники, – говорит Мэйллау. – И этот увеличенный срок службы снижает расходы на труд и материалы, при этом увеличивая время работы».

Эксплуатационные характеристики подшипника постоянно отслеживаются, и они находятся в рамках допустимых параметров уже более пяти лет. «Это удивительно с учетом жестких рабочих условий и того факта, что турбинам уже почти сто лет!».

### Лед атакует снова

А затем матушка-природа нанесла новый удар. В январе 2004 года на реке Спаниш снова образовался рыхлый лед. В период такой ненастной погоды Блок №2 запускался и останавливался пять раз, каждый раз работая всухую. Было опасение, что подшипники сгорят и потребуются срочная замена (по крайней мере, такого можно было бы ожидать от фенольного материала). Но этого не произошло. На самом деле, после проверки было обнаружено, что подшипники Thordon SXL лишь незначительно протерлись.

«Хорошие новости заключаются в том, – говорит Торнтон, – что обслуживающий персонал Inco смог счистить отслоившийся материал из водных канавок и переустановить подшипники в тот же день».

Это позволило Inco проработать с этим блоком всю весну и провести запланированное отключение летом для замены подшипника в период малого потока воды.





## ПОДШИПНИКИ НАПРАВЛЯЮЩИХ THORDON SXL УСТРАНИЛИ ОПАСНОСТЬ НА ГЕНЕРАТОРНОЙ СТАНЦИИ ОЗЕРА СТАР

Надежность была важным фактором при принятии решения компанией Star Lake Hydro Partnership по замене подшипника направляющей турбины генераторной станции озера Стар. Объект мощностью 18 МВт, принадлежащий компаниям Abitibi-Consolidated Inc. (51 процент) и Enel North America, Inc. (49 процентов), работает примерно 98 процентов времени, отключаясь на запланированное техническое обслуживание только на шесть-семь дней в год.

Менеджер генераторной станции озера Стар на юго-западе провинции Ньюфаундленд, Канада, Роберт Конлон хотел заменить гидростатический подшипник направляющей турбины, смазываемый водой, в вертикальном блоке Francis, требовавшем комплексной подачи фильтрованной воды под высоким давлением. Техническое обслуживание системы фильтрации обходилось очень дорого, а выход из строя предыдущего гидростатического подшипника при начальном запуске требовал замены и вала турбины, и подшипника, что означало отключение на месяц и большие расходы.

«Второй металлический подшипник направляющей турбины, смазываемый водой, работал хорошо уже четыре года, – говорит Конлон. – Однако мы беспокоились о последствиях, если этот подшипник выйдет из строя при полной нагрузке. Результатом мог стать неожиданный отказ с уничтожением подшипника, повреждением вала и, возможно, повреждением генератора».

Однако эти опасения были устранены, когда гидростатический металлический подшипник заменили на смазываемый водой подшипник направляющей турбины Thordon SXL, работающий в гидродинамических условиях.

Для смазываемых водой металлических подшипников, типа такого, который был на станции озера

Стар, должна быть подходящая жидкостная пленка между валом и подшипником. Если имеются абразивные материалы в смазывающей воде, жидкостная пленка порвется, и подшипник выйдет из строя.

Вода, подаваемая к смазываемым водой металлическим подшипникам, должна быть очень чистой (удаление загрязнителей до 25–30 микрон).

Подшипники Thordon SXL позволяют иметь больший диаметральный зазор между валом и поверхностью подшипника и требуют больше воды, чем металлические подшипники. Требования к потоку воды для поверхности подшипника SXL с целью охлаждения составляют 0,15 л/мин на



Подшипник основной направляющей Thordon SXL готов к установке на станции озера Стар

мм (1 американский галлон/мин на дюйм) диаметра вала при стандартных зазорах. Однако требования к фильтрации воды не настолько строгие для подшипников SXL, так как на износостойкость не сильно влияют загрязнители воды до 150–200 микрон.

Thordon SXL представляет собой эластомерный полимерный материал подшипника, используемый в смазываемых водой подшипниках основных направляющих вала уже более 25 лет. «Это был определенно правильный выбор для нас, – говорит Конлон. – Даже если бы подшипник Thordon SXL вышел из строя, это не было бы неожиданно и внезапно. Максимум, что произошло бы – материал Thordon немного бы протерся».


До решения приобрести подшипник Thordon SXL компания Star Lake Hydro Partnership тщательно изучала продукт. В том числе изучались примеры использования в Северной Америке и Европе. «Будучи удовлетворенными опытом других, – говорит Конлон, – мы в итоге разместили заказ на два подшипника (один плюс запасной) в июле 2003 года».

### Быстрая установка уменьшает время простоя

Обычно для установки втулочного подшипника требуется демонтаж вала турбины. Демонтаж и повторная установка – изнуряющий процесс. Кроме того, в ходе процесса весь блок должен быть выровнен заново.

Однако при работе с инженерами Thordon было решено спроектировать и произвести подшипник, состоящий из двух половинок. «Мы просто взяли две половинки и соединили их болтами вокруг вала, – говорит Конлон. – После того, как подшипник Thordon встал на место, было проведено его позиционирование с помощью постоянного кольцевого пространства вокруг вала». До снятия старого подшипника рабочее колесо турбины было закреплено в таком положении, чтобы вал турбины был отцентрирован по старому подшипнику. В результате длительное выравнивание не потребовалось.

Установка подшипника Thordon оказалась настолько простой, что отключение оборудования продлилось всего шесть дней, что, по словам Конлона, «было очень серьезной экономией времени и денег».

Будучи уверенной, что подшипник Thordon SXL не выйдет неожиданно из строя, компания Star Lake Hydro Partnership довольна тем, что значительно повысила надежность станции. Подшипник Thordon SXL работает так, как и ожидалось. 

## THORSEALS И HPSXL РЕШАЮТ ПРОБЛЕМУ С УТЕЧКАМИ ПОВОРОТНЫХ ЗАТВОРОВ

Как вам скажет любой бобер, остановка неудержимой силы речной воды – это серьезное инженерное достижение. Поэтому неудивительно, что первая плотина, удерживающая массивный поток реки Колумбия в штате Вашингтон, США, Проект гидроэлектростанции плотины Рок-Айленд, столкнется с проблемами с утечками.

Проект под руководством Районного коммунального предприятия (РКП) округа Шелан имеет за своими плечами 75-летнюю историю. На сегодняшний день плотина имеет две электростанции. Вторая, построенная в конце 1970-ых, имеет восемь горизонтальных капсульных турбин,

«В итоге, – говорит Брейвик, – мы получили два контракта подряд на строительство 24 новых корпусов для поворотных затворов с обновленными подшипниками и уплотнениями». Эти новые блоки будут работать в качестве взаимозаменяемых запасных блоков, упрощая обновление со временем всех существующих блоков.

Еще в 1988 г. установили Thordon SXL Thor-Tape для решения некоторых изначальных проблем с подшипниками. «На этот раз, – говорит Брейвик, – мы сотрудничали с Кеном и инженерами по применению из Thordon, и было решено, что нам нужен подшипник, который можно

отследить и оценить. «Компания Thordon спроектировала и произвела второе уплотнение для нас в очень короткие сроки, – говорит Андерсон, – что просто невероятно для меня».

После успешной установки первоначальных 24 корпусов для поворотных затворов Компания Pacific Marine Equipment получила в итоге контракт на модернизацию всех 192 существующих блоков. Они управляют проектом, включая производство и сборку, а Thordon поставляет элементы подшипников и уплотнений, а также проектную и техническую поддержку. Пять блоков турбин поворотными затворами уже модернизированы. Оставшиеся три



Гидроэлектростанция плотины Рок-Айленд, расположенная на реке Колумбия, Вашингтон, США

каждая с 24 плоскими поворотными затворами. Все вместе эти турбины производят 1,8 миллионов мегаватт-часов энергии в год.

Утечки начали происходить в поворотных затворах вскоре после ввода в эксплуатацию второй электростанции из-за неудачной конструкции изначальных уплотнений. «Это привело к дорогостоящему техническому обслуживанию в эти годы, – говорит инженер-проектировщик РКП Кен Андерсон. – Вода попадала в участки с электронными устройствами, датчиками и электрооборудованием». Для отвода воды использовалась временная брезентовая система. Ношение дождевиков стало необходимым

Когда Андерсон присоединился к проекту в 1999 году, его основной заботой стало решение проблемы массивной утечки. Он начал процесс с консультации у Тома Брейвика из сизтлской компании Pacific Marine Equipment, давнего дистрибьютора продукции Thordon.

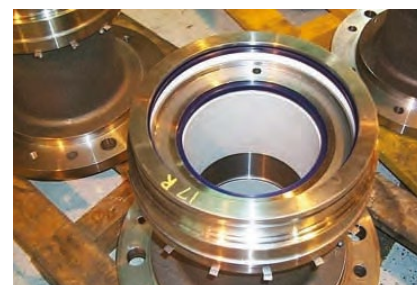
установить в корпус посадкой с натягом». Это уменьшило бы размеры отверстий подшипника, что оказывало бы меньше влияние на уплотнения.

Решением стали подшипники HPSXL. Это самая прочная и крепкая марка подшипников Thordon, имеющая наименьший коэффициент трения для меньшего износа и высокую эластичность для хороших эксплуатационных характеристик в условиях нагрузки на кромки.

Для работы были выбраны уплотнения Thorseals. Это высокопроизводительная линейка прочных, стойких к истиранию уплотнений гидроцилиндра, обеспечивающих хорошее уплотнение для широкого диапазона рабочего давления. «Из-за всех этих проблем с предыдущими уплотнениями я придумал новую конструкцию с двойным уплотнением на замену системе одиночных уплотнений», – говорит Андерсон. В новой конструкции пространство между первым и вторым уплотнениями было таким, чтобы в случае утечки воду можно было спустить, а объем

должны быть готовы к маю 2004 года.

Главным вопросом, конечно же, является «Прекратились ли утечки?». «Раньше нам приходилось работать с просачиванием со скоростью 20 галлонов в минуту на некоторых блоках, – говорит Андерсон. – Сейчас на всех новых установленных блоках утечек практически нет. Так что, да, наконец-то проблема решена».



Подшипники поворотных затворов Thordon HPSXL с уплотнениями Thorseals

## THORDON ПОВЫШАЕТ ГИДРОЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ...

Неметаллические подшипники Thordon завоевали уважение производителей гидроэлектроэнергии своей долговечностью и малым трением систем подшипников. Это подшипники, не загрязняющие среду, хорошо работают и всухую с уплотнениями, и при погружении в воду.

Свидетельством долговечности и гибкости подшипников Thordon в гидроэлектрической отрасли является компания Mercer Construction Company, Inc. (MCC), занимающаяся обслуживанием и уходом для городских предприятий и третьих сторон. С 1991 года MCC установила пять подшипников Thordon на гидроэлектростанциях по всему штату Нью-Йорк.

«Мы давно и тесно сотрудничаем с Thordon, – говорит президент MCC Дэйв Крэнделл. – Нас не устраивал срок службы резиновых морских подшипников для турбин, которые мы использовали. Подшипники Thordon позволили нам снизить время простоя и операционные

затраты».

MCC объединилась с дистрибьютором продукции Thordon – компанией Johnson Packings для установки подшипников Thordon для валов диаметром от 355 мм до 900 мм (от 14 до 36 дюймов) и длиной до 1820 мм (72 дюйма) горизонтального и вертикального применения. Подшипник основной направляющей Thordon, установленный на четвертом рукаве реки Мохок в 1991 году, работает сегодня так же, как и почти 10 лет назад. В горизонтальном применении очень важно поддерживать водную пленку в равномерном контакте с поверхностью, а резиновые подшипники, которые использовались ранее, изнашивались за три-четыре года. Крэнделл говорит, что более долговечный подшипник Thordon уже проработал в три раза дольше, чем любой резиновый подшипник. В другом применении подшипник Thordon проработал более семи лет,

в то время как ранее применяемые подшипники Babbitt, работающие со смазочным материалом, проработали лишь около полутора лет каждый.

«С подшипниками Thordon мы увеличили срок службы и увеличили наш график осушения с одного до трех лет, – сказал Крэнделл. – Эти подшипники просто надежнее».

Главный направляющий подшипник Thordon SXL



THORDON

## Смазываемые водой подшипники основной направляющей гидротурбины

Марка Thordon		Владелец электростанции/ гидроэлектростанции		Электростанция/ гидроэлектростанция		Макс. напор (м)		Диаметр вала (мм)		Тип турбины		Направление		МВт		Дата первой установки	
SXL		LMZ	ЕвроСибЭнерго	Красноярская	Россия	124	2390	Francis	Вертикальная	500	июнь 2001 г.						
SXL		LMZ	ЕвроСибЭнерго	Красноярская	Россия	124	2390	Francis	Вертикальная	500	июль 2002 г.						
SXL		LMZ	ЕвроСибЭнерго	Красноярская	Россия	124	2390	Francis	Вертикальная	500	август 2003 г.						
SXL		LMZ	ЕвроСибЭнерго	Красноярская	Россия	124	2390	Francis	Вертикальная	500	июнь 2006 г.						
SXL		LMZ	ЕвроСибЭнерго	Красноярская	Россия	124	2390	Francis	Вертикальная	500	июнь 2005 г.						
SXL		LMZ	РусГидро	Саяно-Шушенская	Россия	194	1970	Francis	Вертикальная	640	январь 2001 г.						
SXL		LMZ	РусГидро	Волжская	Россия	44	1520	Karlan	Вертикальная	125	сентябрь 2004 г.						
SXL		LMZ	РусГидро	Волжская	Россия	44	1520	Karlan	Вертикальная	125	март 2004 г.						
SXL		LMZ	РусГидро	Зейская	Россия	80	1420	Karlan	Вертикальная	225	апрель 2004 г.						
SXL		LMZ	РусГидро	Колымская	Россия	100	1420	Karlan	Вертикальная	180	ноябрь 2004 г.						
SXL			Northeast China Power Group	Электростанция Fengman	Китай	91	970	Francis	Вертикальная	100	июль 2003 г.						
GM2401		LMZ	Ленэнерго	Нарвская гидроэлектростанция	Россия	18	955	Karlan	Вертикальная	40	июнь 2000 г.						
GM2401		LMZ	Ленэнерго	Нарвская гидроэлектростанция	Россия	18	955	Karlan	Вертикальная	40	июль 2001 г.						

## Смазываемые водой подшипники основной направляющей гидротурбины

Марка Thordon	Компания	Владелец		Страна	Макс. напор (м)	Диаметр вала (мм)	Тип турбины	Направление	МВт	Дата первой установки
		гидроэлектростанции	Электростанция/ гидроэлектростанция							
GM2401	LMZ	Ленэнерго	Нарская гидроэлектростанция	Россия	18	955	Karlan	Вертикальная	40	март 2002 г.
SXL	LMZ	Казцинк	Бухтарминская гидроэлектростанция	Казахстан	90	920	Francis	Вертикальная	75	май 2004 г.
SXL	LMZ	Казцинк	Бухтарминская гидроэлектростанция	Казахстан	90	920	Francis	Вертикальная	75	август 2001 г.
SXL	LMZ	Казцинк	Бухтарминская гидроэлектростанция	Казахстан	90	920	Francis	Вертикальная	75	февраль 2003 г.
SXL	LMZ	Казцинк	Бухтарминская гидроэлектростанция	Казахстан	90	920	Francis	Вертикальная	75	июнь 2005 г.
SXL	LMZ	Казцинк	Бухтарминская гидроэлектростанция	Казахстан	90	920	Francis	Вертикальная	75	ноябрь 2006 г.
SXL	LMZ	Казцинк	Бухтарминская гидроэлектростанция	Казахстан	90	920	Francis	Вертикальная	75	сентябрь 1999 г.
SXL	LMZ	Казцинк	Бухтарминская гидроэлектростанция	Казахстан	90	920	Francis	Вертикальная	75	август 2002 г.
GM2401	Mercer Management	Northbrook Energy Inc.	Гидроэлектростанция Glen Park	США	864	864		Вертикальная	33	июль 1996 г.
GM2401	Mercer Management	Fort Miller Associates	Гидроэлектростанция Fort Miller	США	864	864		Вертикальная	3	июль 2003 г.
GM2401	Cottrell Paper Mill			США	851	851		Вертикальная		апрель 2001 г.
SXL	Туломакая	Туломакая	Туломакая	Россия	850	850	Karlan	Вертикальная	80	март 2004 г.
SXL	LMZ	TGC-1	Беломорская	Россия	14	850	Karlan	Вертикальная		январь 2001 г.



## Смазываемые водой подшипники основной направляющей гидротурбины

Марка Thordon	Компания	Владелец		Страна	Макс. напор (м)	Диаметр вала (мм)	Тип турбины	Направление	МВт	Дата первой установки
		Электростанция/ гидроэлектро- станции	Электростанция/ гидроэлектро- станции							
SXL	Alabama Power	Alabama Power	H. Neely Henry	США	32	838	Francis	Вертикальная	73	май 2004 г.
SXL	American Hydro	Alabama Power	H. Neely Henry	США	32	838	Francis	Вертикальная	73	июль 1996 г.
SXL	Waplan's Mek Verkstad	E. on	Storfinnforsen G3	Швеция	50	825	Francis	Вертикальная	37	сентябрь 2002 г.
SXL	LMZ	TGC-1	НИВА-3	Россия	78	800	Francis	Вертикальная	44	январь 2004 г.
GM2401		Узбекэнерго	Туямунская	Россия	24	770	Kaplan	Вертикальная		январь 2002 г.
SXL	Firestone Natural Rubber	Firestone Plantations Company	Гидроэлектростанция Firestone	Либерия		762		Вертикальная	5	июль 2012 г.
SXL	BC Hydro	BC Hydro	Генераторная станция Ruskin	Канада	59	749	Francis	Вертикальная	35	август 2010 г.
SXL	PGE Energia	PGE Energia	Гидроэлектростанция Duchow	Польша	28	740	Kaplan	Вертикальная	30	май 2013 г.
SXL	PGE Energia	PGE Energia	Гидроэлектростанция Duchow	Польша	28	740	Kaplan	Вертикальная	30	сентябрь 2012 г.
SXL	PGE Energia	PGE Energia	Гидроэлектростанция Duchow	Польша	28	740	Kaplan	Вертикальная	30	ноябрь 2004 г.
SXL	LMZ		Бухтарминская	Россия	70	720	Francis	Вертикальная	77	январь 1998 г.
SXL	LMZ		Бухтарминская	Россия	70	720	Francis	Вертикальная	77	январь 2002 г.
SXL	LMZ	РусГидро	Зарамагская Электростанция	Россия		720				ноябрь 2004 г.

## Смазываемые водой подшипники основной направляющей гидротурбины

Марка Thordon	Компания	Владелец				Страна	Макс. напор (м)	Диаметр вала (мм)	Тип турбины	Направление	МВт	Дата первой установки
		Электростанции/ гидроэлектро- станции	Электростанция/ гидроэлектро- станция	гидроэлектро- станция	станция							
HPSXL	LMZ	TGC-1	НИВА	НИВА	НИВА	Россия	78	665	Francis	Вертикальная	44	январь 2005 г.
HPSXL	LMZ	TGC-1	НИВА	НИВА	НИВА	Россия	78	665	Francis	Вертикальная	44	сентябрь 2006 г.
HPSXL	LMZ	TGC-1	НИВА	НИВА	НИВА	Россия	78	665	Francis	Вертикальная	44	сентябрь 2005 г.
HPSXL	LMZ	TGC-1	НИВА	НИВА	НИВА	Россия	78	665	Francis	Вертикальная	44	январь 2006 г.
SXL	Hydroelectrica	Ramnicu Valcea	Электростанция Malaia	Электростанция Malaia	Электростанция Malaia	Румыния		646	Kaplan	Вертикальная	9	февраль 2009 г.
SXL	American Hydro		Boise Cascade, США	Boise Cascade, США	Boise Cascade, США	США		635	Kaplan	Горизонтальная		июль 1900 г.
COMPAC	Andritz	TransAlta Corp.	Taylor	Taylor	Taylor	Канада		631	Kaplan	Горизонтальная	14	май 2007 г.
SXL	American Hydro	Avista	Avista	Avista	Avista	США		628	Kaplan	Горизонтальная		июль 1993 г.
SXL	Rochester Gas & Electric	Rochester Gas & Electric	Станция 5	Станция 5	Станция 5	США	43	622	Kaplan	Вертикальная	15	июль 1994 г.
SXL	Юшкозерская	TGC1	Юшкозерская	Юшкозерская	Юшкозерская	Россия	12	620	Kaplan	Вертикальная	9	июль 2002 г.
XL		Telasi USC	Электростанция Khtami	Электростанция Khtami	Электростанция Khtami	Грузия		615	Francis	Вертикальная	55	январь 2007 г.
SXL	KTZ		Мамаканская	Мамаканская	Мамаканская	Россия		615	Francis	Вертикальная	22	январь 2000 г.
SXL	KTZ		Мамаканская	Мамаканская	Мамаканская	Россия		615	Francis	Вертикальная	22	январь 2001 г.

Смазываемые водой подшипники основной направляющей гидротурбины

Марка Thordon	Владелец		Страна	Макс. напор (м)	Диаметр вала (мм)	Тип турбины	Направление	МВт	Дата первой установки
	Компания	Электростанция/ гидроэлектро- станция							
SXL	Электростанция Wisconsin	Wisconsin Public Service Corp	США		610		Горизонтальная		июль 1987 г.
SXL	American Hydro	Alcoa	США	65	584	Francis	Вертикальная	27	июль 1992 г.
SXL	Talleres J. Vila	Confederacin Hidrografica	Испания		580				октябрь 2012 г.
SXL	Hydro Quebec	Hydro Quebec	Канада	9	577		Вертикальная	8	сентябрь 2011 г.
SXL	Waplans Mek. Verkstad AB	Waplans Mek. Verkstad	Швеция		570		Вертикальная		июль 1998 г.
SXL	Voith Hydro	Endesa	Испания	27	560	Karlan	Вертикальная	12	ноябрь 2010 г.
SXL	Voith	Endesa	Испания	27	560	Karlan	Вертикальная	12	сентябрь 2011 г.
SXL	Litostroj	Hydro Quebec	Канада	21	550	Saxo	Вертикальная	64	июль 2008 г.
SXL	Litostroj	Hydro Quebec	Канада	25	550	Saxo	Вертикальная	82	август 2008 г.
SXL	Litostroj	Hydro Quebec	Канада	23	550	Saxo	Вертикальная	39	июнь 2007 г.
SXL	Enel North America	Enel North America	Канада	135	550	Francis	Вертикальная	18	октябрь 2003 г.
XL	LMZ	Sak Energomash	Грузия	100	520	Francis	Вертикальная	65	январь 2008 г.
SXL	Enel North America	Littleville Power Company	США	10	508	Karlan	Вертикальная	2	июль 2006 г.

## Смазываемые водой подшипники основной направляющей гидротурбины

Марка Thordon	Владелец		Страна	Макс. напор (м)	Диаметр вала (мм)	Тип турбины	Направление	МВт	Дата первой установки
	Компания	Электростанция/ гидроэлектро- станция							
SXL	Statkraft	Traryds	Швеция	20	501	Karlan	Вертикальная	14	август 2009 г.
SXL	Statkraft	Traryds	Швеция	20	501	Karlan	Вертикальная	14	июль 2003 г.
SXL	TURAB	TURAB	Швеция		500		Вертикальная		август 2004 г.
SXL	Energo Pro Georgia	Гидроэлектростанция Gumati	Грузия	30	500	Karlan	Вертикальная	67	март 2009 г.
SXL	Algonquin Power	Glenn Falls, Блок G2	США		494		Вертикальная		январь 2003 г.
SXL	Voith Hydro	Skagerak Kraft	Норвегия	22	490	Karlan	Вертикальная	26	ноябрь 2009 г.
SXL	Litostroj	TransCanada Corp.	США	11	480	Karlan	Вертикальная	37	май 2007 г.
SXL	Litostroj	Ontario Power Generation	Канада	9	480	Saxo	Вертикальная	5	январь 2010 г.
SXL	Litostroj	Ontario Power Generation	Канада	12	480	Saxo	Вертикальная	10	январь 2010 г.
SXL	Litostroj	Ontario Power Generation	Канада	13	480	Saxo	Вертикальная	14	январь 2010 г.
SXL	Litostroj	Hydro Quebec	Канада	16	480	Saxo	Вертикальная		январь 2010 г.
SXL	Litostroj	Hydro Quebec	Канада	10	480	Saxo	Вертикальная	8	январь 2010 г.
SXL	Central Maine Power	EDF Energy	США		476		Вертикальная		июль 1990 г.



## Смазываемые водой подшипники основной направляющей гидротурбины

Марка Thordon	Компания	Владелец		Страна	Макс. напор (м)	Диаметр вала (мм)	Тип турбины	Направление	МВт	Дата установки
		Электростанция/ гидроэлектро- станции	Электростанция /гидроэлектро- станция							
SXL		Hydroelectricita	Govoга Power Станция	Румыния		465			200	июнь 2005 г.
SXL	Vale Inco	Vale	High Falls #6	Канада		463		Горизонтальная	2	июль 2006 г.
SXL	Statkraft Energy	Statkraft Energy	Gidbole	Швеция		461				ноябрь 2013 г.
SXL	Statkraft Energy	Statkraft Energy	Gidea	Швеция		461				ноябрь 2013 г.
SXL	Graningeverken	Graningeverken	Gidbole	Швеция		460		Вертикальная		июль 1997 г.
SXL	Graningeverken	Graningeverken	Bjorna	Швеция		460		Вертикальная		июль 1998 г.
SXL	Graningeverken	Graningeverken	Gidea	Швеция		460		Вертикальная		июль 1997 г.
SXL	Duke Energy		Cedar Creek	США		457		Вертикальная		май 2002 г.
SXL	CHI Energy	Enel	Weeks Falls	США		457		Вертикальная		сентябрь 2002 г.
SXL	Twin Falls Hydro Company	ENEL North America	Twin Falls Hydro	США	152	457	Francis	Горизонтальная	24	апрель 2011 г.
SXL	Управление по водным ресурсам и энергетике Лос-Анджелеса	Управление по водным ресурсам и энергетике Лос-Анджелеса	Электростанция San Francisco	США		445		Вертикальная		июль 1991 г.
SXL	Orion Power-Glens	TransCanada Corp.	Sherman #1	США		445		Вертикальная	6	июль 1996 г.
SXL	Boom Hydro Energy	Boom Hydro Energy	Электростанция Ulankal Hydro	Индия		440				апрель 2012 г.

## Потребители подшипников ThorPlas-Blue для поворотных затворов и рабочих механизмов

Компания	Владелец		Страна	Макс. напор (м)	Диаметр вала (мм)	Тип турбины	Направление	МВт	Дата установки
	Электростанции/ гидроэлектростанции	Электростанции/ гидроэлектростанции							
Dongfang Electrical		Manwan	Китай		340	Francis		250	февраль 2006 г.
Dongfang Electric		Электростанция Huanglingping	Китай	95	320	Francis	Вертикальная	200	апрель 2014 г.
Seattle City Light		Seattle City Light	США		296	Francis	Вертикальная	1050	декабрь 2010 г.
Seattle City Light		Гидроэлектростанция Boundary	США		296				декабрь 2010 г.
Alabama Electric		Gantt Hydro, № 4	США		282	Kaplan		3	сентябрь 2004 г.
Endesa	Endesa	Pangué	Чили	99	280	Francis	Вертикальная	460	март 2008 г.
Harbin Electric Machinery Co.		Гидроэлектростанция Baishan	Китай	110	270	Francis		1800	июль 2005 г.
Public Power Corporation		Гидроэлектростанция Thisavros	Греция		240	Francis		384	сентябрь 2012 г.
Xcel Energy		Chippewa Falls	США		229				март 2006 г.
Xcel Energy			США		229				март 2006 г.
Fortum Power		Seitenolkea	Финляндия	35	220				сентябрь 2008 г.
ГКПС	ГКПС	Samino	США	40	213	Francis	Вертикальная	154	октябрь 2010 г.
Dongfang Electric Machinery		Mataya Power	Китай		210	Francis		190	апрель 2013 г.

## Потребители подшипников ThorPlas-Blue для поворотных затворов и рабочих механизмов

Компания	Владелец электростанции/ гидроэлектростанции	Электростанция/ гидроэлектростанция	Страна	Макс. напор (м)	Диаметр вала (мм)	Тип турбины	Направление	MВт	Дата установки
	Meridian Energy	Электростанция Ohau A	Новая Зеландия		200			264	июнь 2014 г.
Hidroserv Bistrita	Hidroelectricia	SH Bistrita	Румыния		190				февраль 2015 г.
	Hidroelectricia	Электростанция Ramnicu Valcea	Румыния		180				май 2014 г.
	Meridian Energy	Электростанция Ohau A	Новая Зеландия		180			264	сентябрь 2012 г.
	Meridian Energy	Электростанция Marpouri	Новая Зеландия		180	Francis	Вертикальная	850	август 2012 г.
Hidroserv	Hidroelectricia	Электростанция Dragasani	Румыния		180	Kaplan		5	декабрь 2014 г.
	Statkraft Sweden AB	Bjurfors Lower	Швеция		173		Вертикальная	78	апрель 2014 г.
Pacific Gas & Electric		Butt Valley	США	28	172			40	февраль 2007 г.
GE Hydro	GE Hydro		Швеция		170				декабрь 2007 г.
	Bistrita	Электростанция Vaduri	Румыния		170	Kaplan		22	февраль 2010 г.
Harbin Electric Machinery Co.		Malutangli	Китай	380	160	Francis		135	март 2008 г.
	Harbin Electric	Электростанция Puxiqiao	Китай	109	160	Francis	Вертикальная	100	май 2014 г.
Регераднауа-1 Hydro		Гидроэлектростанция Регераднауа	Грузия		150		Вертикальная	73	декабрь 2008 г.

## Потребители радиальных и осевых сегментированных уплотнений вала

Владелец										
электростанции/ гидроэлектростанции				Электростанция/ гидроэлектростанция				Макс.		
Марка	Компания	Станция	Страна	напор (м)	Диаметр вала (мм)	Тип турбины	Направление	МВт	Дата установки	
SXL	Itaipu Binacional	Itaipu	Бразилия	118	3770	Francis	Вертикальная	700	октябрь 2005 г.	
SXL	Itaipu Binacional	Itaipu	Бразилия	118	3770	Francis	Вертикальная	700	июнь 2014 г.	
SXL	Harbin Electric Machinery	Ertan Hydropower Development Co.	Китай	189	2380	Francis	Вертикальная	550	ноябрь 2004 г.	
HPSXL	IMPSA Hydro	IMPSA	Аргентина		2044				март 2001 г.	
HPSXL	IMPSA Hydro	IMPSA	Аргентина		1925				март 2001 г.	
SXL	Harbin Electric Machinery	Harbin Electric Machinery	Китай	142	1820	Francis	Вертикальная	300	февраль 2003 г.	
SXL	Voith Hydro	Vattenfall	Швеция	46	1600	Kaplan	Вертикальная	75	август 2011 г.	
SXL	Harbin Electric Machinery	Wuling Electric Power	Китай	185	1530	Francis	Вертикальная	250	август 2005 г.	
SXL	Harbin Electric Machinery	Jiangxi Electric Power	Китай	64	1526	Francis	Вертикальная	120	январь 2001 г.	
SXL	Harbin Electric Machinery	Kalun III	Китай		1520		Вертикальная		май 2002 г.	
SXL	IMPSA	EPM Group	Колумбия	151	1500	Francis	Вертикальная	172	июнь 2014 г.	
SXL	IMPSA	EPM Group	Колумбия	151	1500	Francis	Вертикальная	172	август 2011 г.	
SXL	Гидроэлектростанция Masjed Suleiman	IWPC	Иран	180	1400	Francis	Вертикальная	250	апрель 2012 г.	



Потребители радиальных и осевых сегментированных уплотнений вала

Владелец		Электростанция		Диаметр		Тип		Дата	
Марка	Компания	Электростанция	Страна	Макс. напор (м)	вала (мм)	турбины	Направление	MВт	установки
SXL	Harbin Electric Machinery	Datang Lixianjiang Hydropower	Китай	113	1395	Francis	Вертикальная	120	апрель 2006 г.
SXL	Генераторная станция Jupia	Электростанция Gelantan	Бразилия	43	1300	Karlan	Вертикальная	110	июнь 2011 г.
SXL	Электростанция Karkheh	Электростанция Karkheh	Иран	127	1265	Francis	Вертикальная	140	декабрь 2011 г.
SXL	Harbin Electric Machinery	Электростанция Jurudu	Китай		1210		Вертикальная		апрель 2006 г.
SXL	Электростанция Karkheh	Электростанция Karkheh	Иран	127	1200	Francis	Вертикальная	140	апрель 2004 г.
SXL	Harbin Electric Machinery	Электростанция Nijji	Китай	22	1170	Francis	Вертикальная		июнь 2004 г.
SXL	Dongfang Electrical Machinery	Ethiopian Electric Power Corp	Эфиопия	185	1160	Francis	Горизонтальная	75	январь 2006 г.
SXL	Harbin Electric Machinery	China Yangtze Power Co.	Китай	47	1130	Karlan	Вертикальная	125	апрель 2006 г.
SXL	Электростанция Drakensberg	Drakensberg Pumped Storage	Южная Африка	156	1100	Насосная турбина	Вертикальная	250	май 2011 г.
SXL	Harbin Electric Machinery	Электростанция Xishan	Китай		1070		Вертикальная		сентябрь 2006 г.
SXL	Водоохранная районная организация Центральной Аризоны	Насосная станция Mark Wilmer	США	89	1067	Насосная турбина		45	июль 1995 г.
SXL	Генераторная станция Nagarjuna Sagar	Генераторная станция Nagarjuna Sagar	Индия	150	1050	Francis	Вертикальная	100	декабрь 2011 г.
SXL	Hydro Quebec	Hydro Quebec	Канада	21	1022	Karlan	Вертикальная	45	август 1988 г.

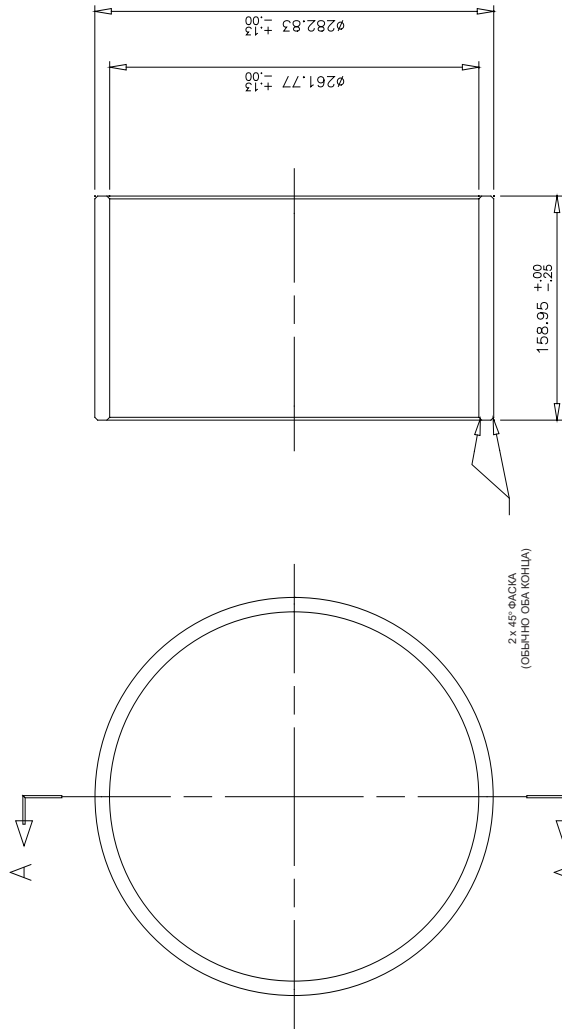
## Потребители радиальных и осевых сегментированных уплотнений вала

Владелец									
Владелец		Электростанция/ гидроэлектростанция		Макс. напор (м)		Диаметр вала (мм)		Тип турбины	
Марка	Компания	Страна	Электростанция/ гидроэлектростанция	Страна	Макс. напор (м)	Диаметр вала (мм)	Тип турбины	Направление	Дата установки
SXL	Harbin Electric Machinery	Northeast China Electric Power	Электростанция Baishan	Китай	105	1015	Насосная турбина	Вертикальная	август 2005 г.
SXL	Harbin Electric Machinery	Qinghai Hydropower Group	Электростанция Kangyang	Китай	36	970	Капсульная	Вертикальная	август 2005 г.
SXL	Harbin Electric Machinery	Qinghai Hydropower Group	Электростанция Fengman	Китай	69	970	Francis	Вертикальная	август 2003 г.
HPSSL	IMPSA Hydro			Аргентина		970			сентябрь 2001 г.
SXL	Калифорнийский департамент	Американское Бюро мелиорации	Гидроэлектростанция San Luis	США	93	940	Francis	Вертикальная	март 2003 г.
SXL	Meridan Energy	Meridan Energy	Электростанция Manarouli	Новая Зеландия	178	910	Francis	Вертикальная	январь 1982 г.
SXL	Hidroelectrica	Hidroelectrica	Электростанция Dragasani	Румыния		910	Kaplan		декабрь 2014 г.
SXL	Harbin Electric Machinery	Harbin Electric	Электростанция Banglang	Китай	130	892	Francis	Вертикальная	май 2002 г.
SXL	Dongfang Electric Machinery	Datang 1 International Power Generation	Электростанция Nalan	Китай		892	Francis	Вертикальная	октябрь 2005 г.
SXL	Harbin Electric Machinery	Harbin Electric	Three Gorges (Sanxia) Power	Китай	80	892	Francis	Вертикальная	ноябрь 2001 г.
SXL	CEZ Group	Гидроэлектростанция Turnu	Гидроэлектростанция Turnu	Румыния		850	Kaplan	Вертикальная	сентябрь 2006 г.
SXL	Гидроэлектростанция Khrami GES-2	Telasi JSC	Электростанция Khrami 11	Грузия		840	Francis	Вертикальная	июнь 2011 г.
SXL	Dongfang Electric Machinery	Dongfang Electric	Электростанция Aoluke	Китай		835		Вертикальная	ноябрь 2006 г.



ДИАМ. ВАЛА = 259,52  
 ДИАМ. КОРПУСА = 281,00  
 ДЛИНА КОРПУСА = 160  
 ДИАПАЗОН ТЕМПЕРАТУР = от - 2 до 30 °С

PA3PE3 A-A



2 x 45° ФАСКА  
(ОБЫЧНО ОБА КОНЦА)

[illegible]

02. ВСЕ РАЗМЕРЫ УКАЗАНЫ В ММ, ЕСЛИ НЕ УКАЗАНО ИНОЕ.  
03. МАШТАБ ДЛИНА ВСЕХ РАЗМЕРОВ ДОЛЖНА БЫТЬ НЕУМНОЖАЕННЫМИ.  
04. ДОПУСКА ДЛЯ ВСЕХ РАЗМЕРОВ ДОЛЖНЫ БЫТЬ НЕУМНОЖАЕННЫМИ.  
05. ПРИМЕНИТЬ ВСЕ УПЛЫ И ЗАЧИСЛИТЬ ВСЕ ОСТРЫЕ КРАЯ.  
06. ВСЕ РАЗМЕРЫ СОПРЯЖЕНИЙ И РАДИУСОВ ЯВЛЯЮТСЯ НОМИНАЛЬНЫМИ, ЕСЛИ НЕ УКАЗАНО ИНОЕ.

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

01. МАТЕРІАЛ - ПОДШИПНИК: THORDON THORPLAS-BLUE

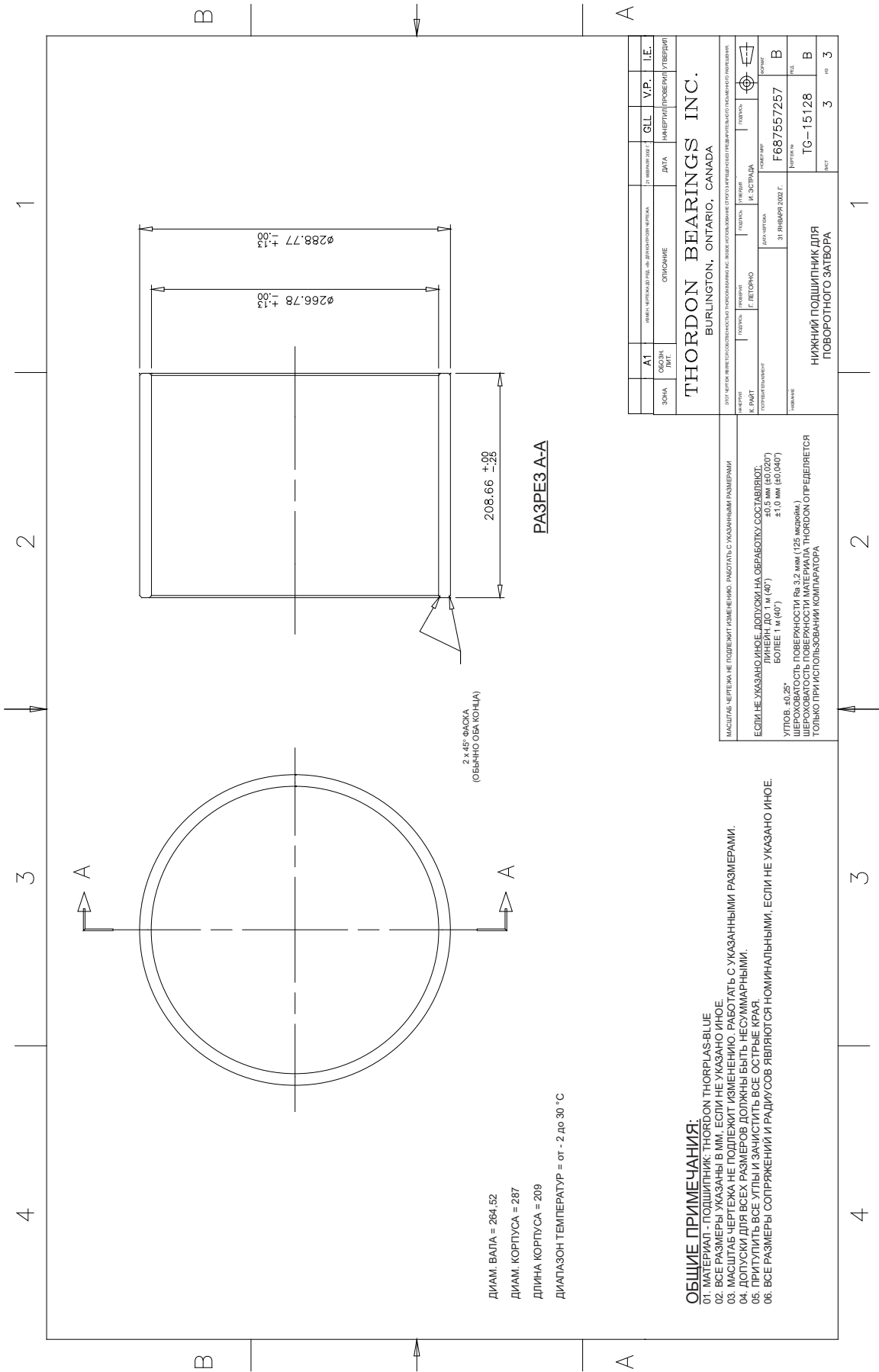
02. ВСЕ РАЗМЕРЫ УКАЗАНЫ В ММ, ЕСЛИ НЕ УКАЗАНО ИНОЕ.

04. ДОПУСКИ ДЛЯ ВСЕХ РАЗМЕРОВ ДОЛЖНЫ БЫТЬ НЕСУИМАРНЫМИ

05. ПРИТУПИТЬ ВСЕ УГЛЫ И ЗАЧИСТИТЬ ВСЕ ОСТРЫЕ КРАЯ.

06. ВСЕ РАЗМЕРЫ СОПРЯЖЕНИЙ И РАДИУСОВ ЯВЛЯЮТСЯ НОМИНАЛЬНЫМИ, ЕСЛИ НЕ УКАЗАНО ИНОЕ.



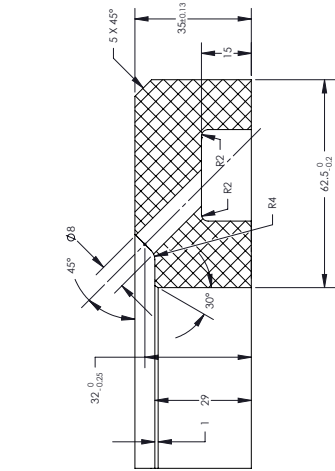


ДИАМ. ВАЛА = 264,52  
ДИАМ. КОРПУСА = 287  
ДЛИНА КОРПУСА = 209  
ДИАПАЗОН ТЕМПЕРАТУР = от - 2 до 30 °С

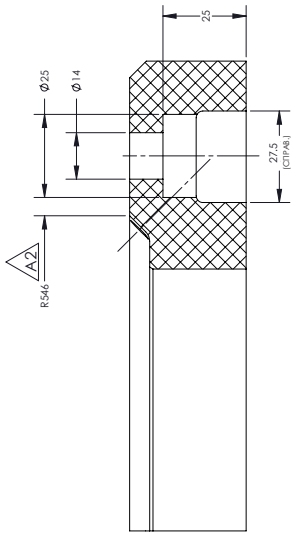
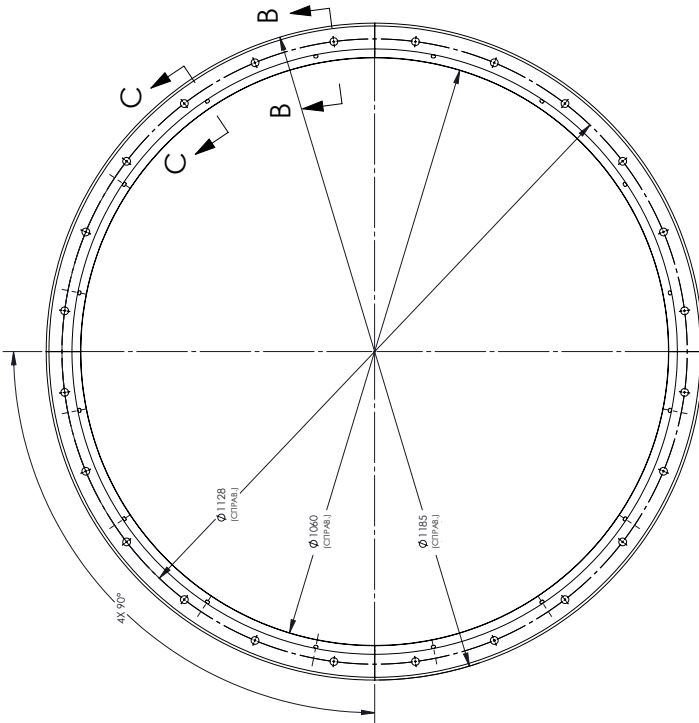
- ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:**
- 01. МАТЕРИАЛ - ПОДШИПНИК: THORPLAS-BLUE
  - 02. ВСЕ РАЗМЕРЫ УКАЗАНЫ В ММ. ЕСЛИ НЕ УКАЗАНО ИНОЕ.
  - 03. МАСШТАБ ЧЕРТЕЖА НЕ ПОДЛЕЖИТ ИЗМЕНЕНИЮ. РАБОТАТЬ С УКАЗАННЫМИ РАЗМЕРАМИ.
  - 04. ДОПУСКИ ДЛЯ ВСЕХ РАЗМЕРОВ ДОЛЖНЫ БЫТЬ НЕСУММАРНЫМИ.
  - 05. ПРИПУТИТЬ ВСЕ УГЛЫ И ЗАЧИСТИТЬ ВСЕ ОСТРЫЕ КРАЯ.
  - 06. ВСЕ РАЗМЕРЫ СОПРЯЖЕНИИ И РАДИУСОВ ЯВЛЯЮТСЯ НОМИНАЛЬНЫМИ, ЕСЛИ НЕ УКАЗАНО ИНОЕ.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

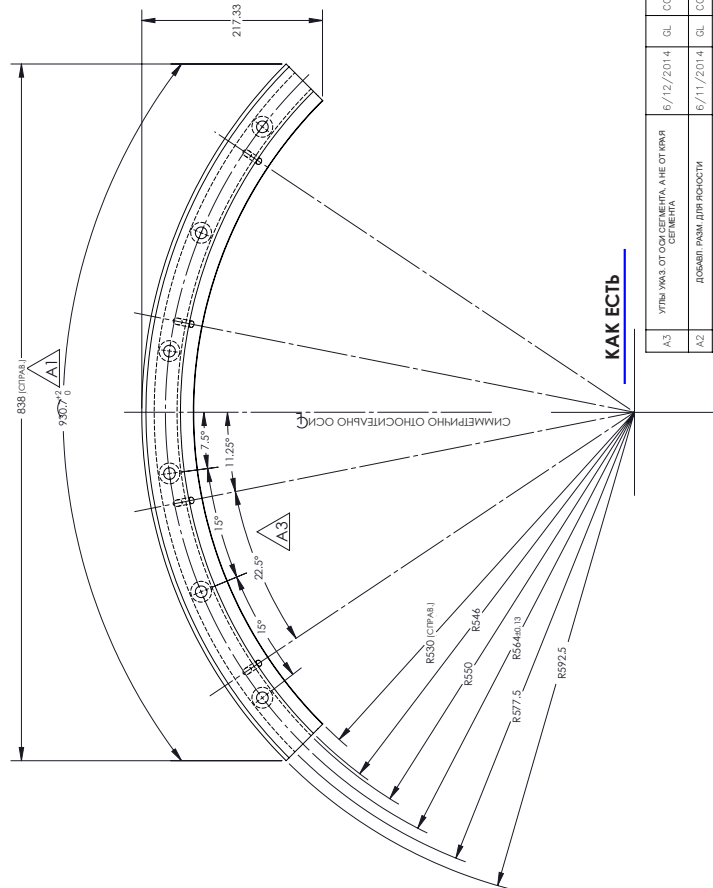
Вся информация по размерам основана на температуре механической обработки в 21 °C, если не указано иное. Обработывать канавки только там, где показано



PA3PE3 C-C



PA3PE3 B-B



## КАК ЕСТЬ

МАШИНА ПЕРШО НЕ ПОДОКРИПЛЮВАЮЩОГО РАСЧЕТУ С КАЛИБРИМИ РОЗМІРАМИ		МАШИНА ПЕРШО НЕ ПОДОКРИПЛЮВАЮЩОГО РАСЧЕТУ С КАЛИБРИМИ РОЗМІРАМИ	
БЕЗПЕКА ЗАХОДЖЕННЯ АТОСІВ НА ОБ'ЄКТАХ СОСТАВЛЯЮЩЕ:		БЕЗПЕКА ЗАХОДЖЕННЯ АТОСІВ НА ОБ'ЄКТАХ СОСТАВЛЯЮЩЕ:	
АМІРАЛ ДЛ 1 м [47"]		АМІРАЛ ДЛ 1 м [47"]	
БОМЕ 10 мм [10.007"]		БОМЕ 10 мм [10.007"]	
УЛОВ 40.2°		УЛОВ 40.2°	
ШЕРОКАСТЬ ПОВЕРХНОСТІ 10.2 мм [10.2 мм (0.401")]		ШЕРОКАСТЬ ПОВЕРХНОСТІ 10.2 мм [10.2 мм (0.401")]	
ШЕРОКАСТЬ ПОВЕРХНОСТІ МАТЕРІАЛУ ТИПОВИЙ ОБ'ЄКТА МАШИНИ		ШЕРОКАСТЬ ПОВЕРХНОСТІ МАТЕРІАЛУ ТИПОВИЙ ОБ'ЄКТА МАШИНИ	
ІСТОТНОСТІ МАТЕРІАЛУ КОМПОНАТА		ІСТОТНОСТІ МАТЕРІАЛУ КОМПОНАТА	

### ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

01. МАТЕРИАЛ: THORDON SXL

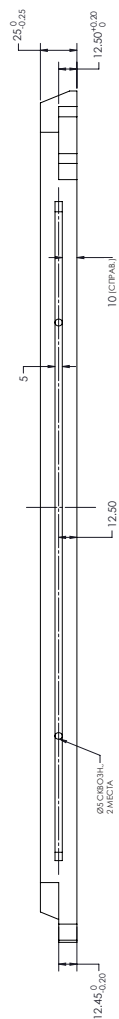
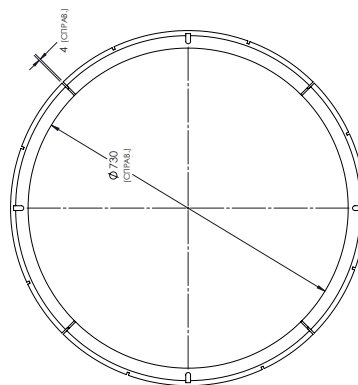
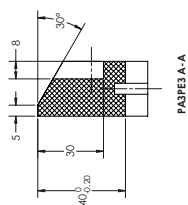
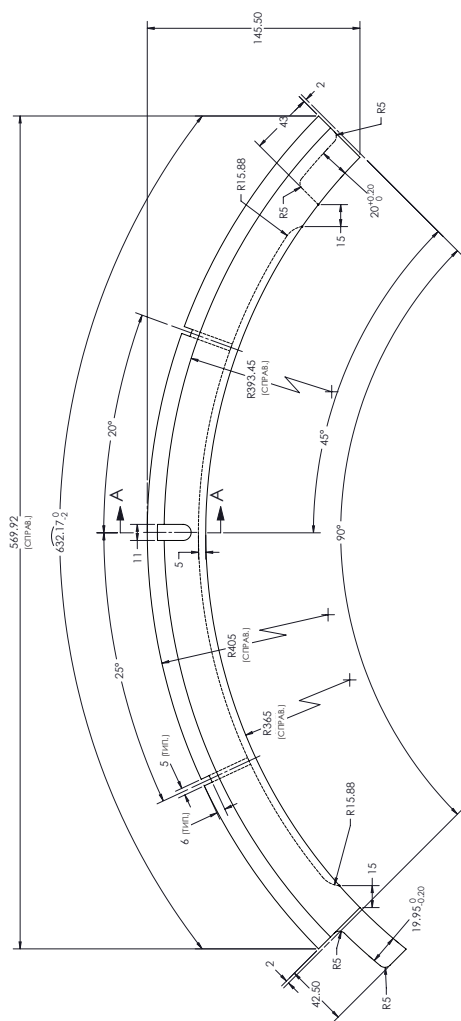
02. РАЗМЕРЫ УКАЗАНЫ В ММ. ЕСЛИ НЕ УКАЗАНО ИНОЕ.

03. МАСШТАБ ЧЕРТЕЖА НЕ ПОДЛЕЖИТ ИЗМЕНЕНИЮ. РАБОТАТЬ С УКАЗАННЫМИ РАЗМЕРАМИ.

04. ДОПУСКИ ДЛЯ ВСЕХ РАЗМЕРОВ ДОЛЖНЫ БЫТЬ НЕСУММАРНЫМИ.

05. ПРИТУПИТЬ ВСЕ УГЛЫ И ЗАЧИСТИТЬ ВСЕ ОСТРЫЕ КРАЯ.

06. ВСЕ РАЗМЕРЫ СОПРЯЖЕНИЙ И РАДИУСОВ ЯВЛЯЮТСЯ НОМИНАЛЬНЫМИ. ЕСЛИ НЕ УКАЗАНО ИНОЕ.



ДИАМ. ВАЛА =	730
ДИАМ. КОРПУСА =	850
ДИНА КОРПУСА =	26

**ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:**

1. МАТЕРИАЛ: ТИПОКОНУЛ

2. РАЗМЕРЫ УКАЗАНЫ В ММ. ЕСЛИ НЕ УКАЗАНО ИНАЧЕ.

3. МАКСИМАЛЬНАЯ ЧЕРТЕЖА НЕ ПОДАДЕЖИТ ДОЛЖНЫ РАБОТОВАТЬ С УКАЗАНЫМИ РАЗМЕРАМИ.

4. ДОПУСКИ ДЛЯ ВСЕХ РАЗМЕРОВ ДОЛЖНЫ БЫТЬ НЕСИММЕТРИЧНЫМИ.

5. ПРИПЛИТЬ ВСЕ УГЛЫ И ЗАЧИСЛИТЬ ВСЕ ОСТРЫЕ КРАЯ.

6. ЕСЛИ НЕ УКАЗАНО ИНАЧЕ, ПОДРОБЫ СОПРЯЖЕНИЯ И РАДИУСЫ ЯВЛЯЮТСЯ НОМИНАЛЬНЫМИ, ЕСЛИ НЕ УКАЗАНО ИНАЧЕ.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ  
ДАТА: 01 МАЯ 2015 Г.

**НЕ ДЛЯ ПОТРЕБИТЕЛЯ**

[illegible][illegible]











НУЛЕВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ | ВЫСОКИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ | СИСТЕМЫ ПОДШИПНИКОВ И УПЛОТНЕНИЙ

Канада, L7M 1A6, Берлингтон, Онтарио, Мэйнвей 3225  
Тел.: +1.905.335.1440 Факс: +1.905.335.4033  
[www.ThordonBearings.com](http://www.ThordonBearings.com)