ТЕХНОЛОГИЯ

21 **Герметичность и безопасность**
Таконитовые уплотнения SKF – инновационное решение для тяжёлых условий эксплуатации.

25 **Подшипники серии QJ**
Шарикоподшипники SKF с четырёхточечным контактом обладают уникальной конструкцией.

29 **Мониторинг и регистрация данных**
SKF разработала новую систему регистрации данных и обнаружения повреждений.

Специальные уплотнения для тяжёлых условий эксплуатации

SKF разработала новое таконитовое уплотнение для обеспечения максимальной защиты подшипников в разъёмных стационарных корпусах при эксплуатации в тяжёлых условиях или сильно загрязнённых средах. Использование этих уплотнений может значительно увеличить срок службы оборудования и его надёжность, сократить эксплуатационные расходы, расходы на техобслуживание и снизить воздействие на окружающую среду.



Комплексное трёхбарьерное решение SKF с применением таконитовых уплотнений SKF для тяжёлых условий эксплуатации.

ТАКОНИТОВОЕ УПЛОТНЕНИЕ SKF представляет собой инновационное решение для разъёмных корпусов самоустанавливающихся подшипников, используемых в горнодобывающей, горнообогатительной, металлообрабатывающей, цементной, судостроительной и целлюлозно-бумажной отраслях, где высокий уровень загрязнения негативно сказывается на сроке службы подшипников (рис. 1). Таконитовые уплотнения SKF подходят для такого оборудования как шкивы конвейеров, корпуса опор шестерён на мельницах, ковшовые элеваторы, подъёмники и лебёдки, промежуточные валы, угольные мельницы и некоторые типы вентиляторов. Новое решение SKF обеспечивает увеличение производительности и рентабельности, повышение уровня техники безопасности и охраны труда работников, а также снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Название уплотнений – таконитовые – происходит от типа железной руды, добываемой на месторождении Месаби в штате Миннесота, США. Этот высокоабразивный материал обладает высокой проникающей способностью, и его попадание в подшипники приводит к их быстрому выходу из строя. Для решения этой проблемы, начиная с 1960-х гг., инженеры разрабатывали так называемые «таконитовые уплотнения», которые способны предотвратить проникновение в подшипники абразивной пыли во влажных средах.

Обычно таконитовое уплот- →



Рис. 1: Загрязнение – одна из основных причин выхода подшипников из строя. Высококачественные системы уплотнений играют важную роль в обеспечении надёжности и длительного срока службы оборудования.

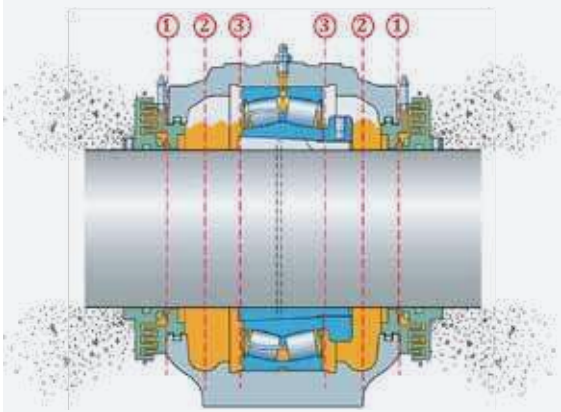


Рис. 2: Трёхбарьерное решение SKF

1. Корпус с таконитовыми уплотнениями SKF
2. Корпус, заполненный смазкой
3. Модернизированный уплотнённый сферический роликоподшипник SKF Explorer



Трёхступенчатое лабиринтное уплотнение дляустановкивканавке

Четырёхступенчатоелабиринтное уплотнение для установки в канавке

Рис. 3: Таконитовые уплотнения SKF для установки в канавке

нение имеет «картриджную» конструкцию и устанавливается в канавку под уплотнение в разъёмном корпусе подшипника. Как правило, оно включает лабиринтное, войлочное, контактное или V-образное каучуковое уплотнение и устройство для подачи пластичной смазки. Большинство производителей предлагают таконитовые уплотнения собственной разработки, при этом отсутствие единых стандартов обуславливает их высокую стоимость и существенную разницу их технических характеристик.

Уплотнения предназначены для максимального увеличения срока службы подшипников и надёжности оборудования. В горнодобывающей промышленности и смежных отраслях решающими факторами являются производительность и эффективность технологических процессов, а также вопросы техники безопасности, охраны труда и защиты окружающей среды.

Специалисты SKF Australia решили взглянуть на таконитовые уплотнения по-новому с целью повышения эффективности уплотнений для разъёмных корпусов в тех отраслях, которые характеризуются наличием абразивной пыли, высоким уровнем коррозии или применением промывки под высоким давлением. Новые уплотнения демонстрируют исключительные характеристики с точки зрения защиты от загрязнений, а также отличаются низкими затратами на техобслуживание и уменьшенным расходом смазки. В результате было разработано стандартное решение, использование которого обеспечивает повышение производительности, уровня техники безопасности и охраны труда работников, а также снижение негативного воздействия на окружающую среду. Не менее важным фактором является доступность этой продукции по всему миру, что позволяет удовлетворить потребности клиентов из разных стран с помощью специальных программ оперативной доставки.

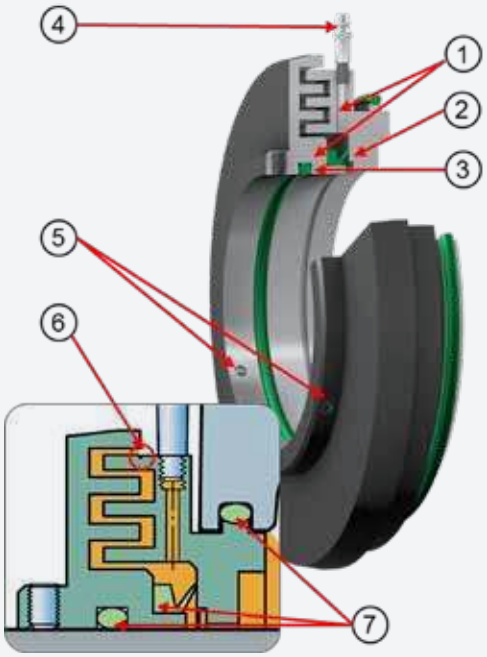
Комплексное трёхбарьерное решение SKF

Таконитовое уплотнение SKF является компонентом комплексного трёхбарьерного решения SKF (рис. 2) для подшипников в разъёмных корпусах, которые работают в условиях высокого загрязнения, характерных для горнодобывающей и других подобных отраслей. Конструкция состоит из корпуса SKF, таконитовых уплотнений, заложенной смазки и модернизированного уплотнённого сферического роликоподшипника SKF Explorer. Такая конструкция обеспечивает наилучшие характеристики при работе в условиях высокой загрязнённости и влажности, а также в случае применения промывки оборудования под высоким давлением.

Таконитовые уплотнения SKF представляют собой первый барьер на пути проникновения загрязняющих частиц и воды. Второй барьер создаётся благодаря заполнению полости корпуса пластичной смазкой, а последним барьером служат уплотнения модернизированного сферического роликоподшипника SKF Explorer, которые препятствуют попаданию загрязнений в подшипник в процессе монтажа и эксплуатации.

Технические характеристики таконитовых уплотнений SKF

Таконитовое уплотнение SKF представляет собой многоступенчатое осевое лабиринтное уплотнение картриджного типа (рис. 3 и 4) для тяжёлых условий эксплуатации, которое подходит для использования в разъёмных корпусах подшипников и состоит из двух лабиринтных колец – вращающегося и неподвижного, – внутреннего V-образного уплотнения низкого трения, а также предусматривает наличие устройства для подачи пластичной смазки. V-образное кольцо служит для уплотнения неподвижного лабиринтного кольца, обеспечивая эффективное смазывание и предотвращая проникновение в корпус загрязняющих веществ. О-образное



1. Двамеханическиобработанных,цельныхлабиринтныхкольцаиз чугуна или стали – неподвижное и вращающееся. Сопряжённые кольцаобразуюттрёх-иличетырёхступенчатыйосевойлабиринт соченьмалымирадиальнымизазорами.Лабиринтвращающегося кольца обращён к корпусу для отражения воды.
2. V-образное уплотнение на вращающемся лабиринтном кольце позволяет выполнять эффективную очистку смазкой и препятствует проникновению загрязнений внутрь корпуса.
3. O-образное кольцо служит уплотнением между вращающимся лабиринтным кольцом и валом.
4. Пресс-маслёнка для подачи смазки в лабиринт или повторного смазывания.
5. Вращающееся лабиринтное кольцо центрируется на валу с помощью трёх стопорных (установочных) винтов.
6. Кольцевая канавка для облегчения центровки.
7. V-образное и O-образное уплотнения из бутадиенакрилонитрильного каучука (NBR).

Рис. 4: Особенности и характеристики таконитовых уплотнений SKF

кольцо служит для уплотнения вращающегося лабиринтного кольца на валу, а также для предотвращения попадания воды и возникновения коррозии.

Таконитовые уплотнения SKF (рис. 4) поставляются с кольцевой канавкой на наружной поверхности неподвижного лабиринтного кольца для облегчения процесса сборки и центровки. Вращающееся лабиринтное кольцо перемещается по валу в направлении корпуса и входит в зацепление с неподвижным кольцом, пока его внутренняя боковая поверхность не совпадёт с кольцевой канавкой на неподвижном кольце. После этого крестообразно затягиваются стопорные винты на вращающемся лабиринтном кольце, чтобы правильно выровнять кольцо в осевом направлении. Конфигурация уплотнения не только обеспечивает улучшенные характеристики по сравнению с большинством существующих конструкций, но также позволяет облегчить процесс сборки и устранить риск повреждения поверхности вала.

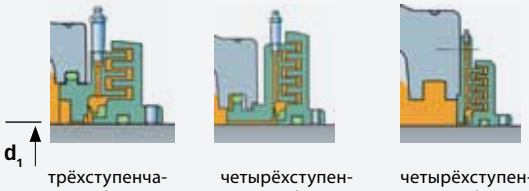
SKF поставляет широкий ассортимент таконитовых уплотнений. Стандартные метрические уплотнения охватывают диапазон диаметров вала от 50 до 450 мм. В этом году также будут представлены стандартные дюймовые уплотнения для валов диаметром от $1\,^{15}/_{16}$ до 18 дюймов. Также, на заказ производятся уплотнения больших размеров.

Исполнения таконитовых уплотнений

Уплотнения для установки в канавку помещаются внутрь канавки под уплотнение в разъёмных корпусах SKF. Установка данного типа уплотнения не требует изменения конструкции корпуса. Для более крупногабаритных корпусов опционально выпускаются уплотнения для болтового крепления. В этом случае для установки уплотнения поверхность корпуса должна быть предварительно обработана. Ассортимент таконитовых уплотнений SKF показан на рис. 5, их технические характеристики приведены на рис. 6.

Заполнение пластичной смазкой и очистка

Таконитовое уплотнение SKF поставляется в комплекте с пресс-маслёнкой для подачи пластичной смазки. Это устройство позволяет очистить лабиринт от загрязнений, а также препятствует попаданию грязи внутрь. Уплотнение можно прочистить смазкой вручную специальным шприцем с исполь зованием системы SKF SYSTEM 24 или с помощью автоматической системы смазывания SKF. Для уплотнённых сферических роликоподшипников SKF специалисты рекомендуют применять смазку SKF LGEP 2, которой сферические подшипники изначально заполняются на заводе-изготовителе. Для смазывания с помощью системы SKF SYSTEM 24 используется смазка SKF LGWA 2. При проведении эксплуатационных испытаний данного трёхбарьерного решения на оборудовании клиента, например, в шкивах конвейера, было выявлено, что таконитовые уплотнения позволяют снижать расход смазки, объём работ по техобслуживанию и сопряжённые с ним затраты до 60 %. Помимо сокращения затрат на приобретение смазки, дополнительная экономия достигается также за счёт уменьшения расходов на её утилизацию.



трёхступенчатое лабиринтное уплотнение для установки в канавке

четырёхступенчатое лабиринтное уплотнение для установки в канавке

четырёхступенчатое лабиринтное уплотнение для болтового крепления

- **исполнение для установки в канавке – стандартное исполнение**
  трёхступенчатое лабиринтное уплотнение:
  50 мм ≤ вал (d_1) ≤ 140 мм, и
  1 $^{15}/_{16}$ дюйма ≤ вал (d_1) ≤ 5 $^{7}/_{16}$ дюйма
  четырёхступенчатоелабиринтноеуплотнение:
  150 мм ≤ вал (d_1) ≤ 450 мм, и
  5 $^{15}/_{16}$ дюйма ≤ вал (d_1) ≤ 18 дюймов
- **исполнение для болтового крепления – опция**
  четырёхступенчатоелабиринтноеуплотнение:
  320 мм ≤ вал (d_1) ≤ 450 мм, и
  12 $^{15}/_{16}$ дюйма ≤ вал (d_1) ≤ 18 дюймов

Рис. 5: Ассортимент таконитовых уплотнений SKF

Уплотнение

Материалы		Чугун, сталь, бутадиенакрилонитрильный каучук

Условия применения и требования

Температура	[°C]	от -40 до +100
	[°F]	от -40 до +212
Окружная скорость	[м/с]	12
	[футы/с]	39
Перекос	[°]	прибл. 0,5
Низкое трение		+
Осевое смещение вала		+
Вертикальная установка		+
Возможность очистки смазкой (повторное смазывание)		++
Ремонтопригодность		+++
Замена		++

Пригодность уплотнения

Запылённость/загрязнённость		+++
Мелкие частицы		+++
Крупные частицы		+++
Абразивные частицы		+++
Стружка		+++
Распыляемые жидкости (в т. ч. промывка под высоким давлением)		+++
Воздействие прямых солнечных лучей		+++

Обозначения: +++ Отлично ++ Хорошо подходит + Подходит
- Подходит с ограничениями -- Не подходит

Рис. 6: Технические характеристики таконитовых уплотнений SKF





Шкивы конвейера – это типичная область применения, в которой таконитовые уплотнения SKF могут обеспечить значительные преимущества

Доказанная эффективность

Решения, в которых используются таконитовые уплотнения SKF, отличаются повышенными эксплуатационными характеристиками. Один из клиентов обратился в SKF с проблемой, связанной с подшипниками шкивов конвейера, установленными в стационарных корпусах с таконитовыми уплотнениями другого производителя. На конвейере, предназначенном для погрузки железной руды на суда, возникали проблемы с выходом из строя подшипников шкивов из-за загрязнения смазки. Среднее время наработки подшипников на отказ составляло менее одного года по причине сильного загрязнения смазки подшипников внутри корпуса. Результаты анализа показали содержание руды в смазке от 5000 до 14 000 ч. на млн. После замены оригинальных уплотнений на таконитовые уплотнения SKF уровень загрязнения существенно сократился – до 10-60 ч. на млн. При этом срок службы подшипников увеличился почти в четыре раза и превысил предполагаемый срок службы покрытия шкива, который составляет более четырёх лет.

В другом случае подшипники шкивов конвейера преждевременно выходили из строя при средней наработке на отказ около 10 месяцев. Причиной выхода из строя открытых сферических подшипников был крайне высокий уровень загрязнения смазки. Для устранения данной проблемы было применено трёхбарьерное решение SKF. Это позволило увеличить показатель средней наработки на отказ до 5 лет.

Оператор мельницы сверхтонкого помола на золотодобывающем предприятии столкнулся с проблемой выхода из строя подшипников. В качестве профилактической меры ему приходилось заменять подшипники каждые 15 месяцев. Это значительно увеличивало расходы на техобслуживание. В мае 2012 г. было установлено комплексное трёхбарьерное решение SKF, после чего проблем с подшипниками не возникало.

В заключение следует отметить, что применение новых таконитовых уплотнений SKF в сочетании с трёхбарьерным решением SKF даёт значительные преимущества для обрабатывающей и горнодобывающей промышленности. Данное решение имеет стандартную конструкцию и отличается компактными размерами и простотой монтажа, при этом обеспечивая повышенные технические характеристики: высокое качество уплотнений, компенсация перекосов вала, а также уменьшение негативного воздействия на окружающую среду. ●

Авторы:
Даррен Кенуорси, руководитель инженерного отдела, SKF Австралия, Оукли, Мельбурн;
Кит И. Майерс, руководитель отдела по работесгорнодобывающей,горнообогатительной и цементной отраслями, SKF США, Лансдейл, Пенсильвания

Резюме
Начиная с 1960-х гг. SKF занимается решением проблемы преждевременного выхода из строя подшипников вследствие загрязнения в горнодобывающей и горнообогатительной отраслях. Применение таконитовых уплотнений SKF нового поколения в комбинации с другими решениями SKF для данных отраслей позволяет существенноповыситьрабочиехарактеристикиключевыхкомпонентов оборудования. При этом клиенты получают стандартную продукцию, которую можно приобрести в любое время в любой точке мира.