**УДК** **621.82.6**

**ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**В.Г. Грудинин[[1]](#footnote-1), Е.В. Югай[[2]](#footnote-2), Е.В. Ястребова[[3]](#footnote-3)**

Иркутский национальный исследовательский технический университет,

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Рассмотрены особенности выбора и типы подшипников качения для оборудования пищевого производства.

Ил. 1. Библиогр. 4 назв.

*Ключевые слова: пищевое оборудование; подшипники; подшипники качения; материалы подшипников качения; неметаллические подшипники качения*

**ROLLING BEARINGS FOR FOOD PRODUCTION EQUIPMENT**

**V. Grudinin, E. Yugay, E. Yastrebova**

Irkutsk National Research Technical University,

83 Lermontov St., Irkutsk, 664074.

The article discusses *the features of choice and types of rolling bearings for food production equipment.*

Illustrations: 1. References: 4.

*Keywords: food equipment; bearings; rolling bearings; materials of rolling bearings; non-metallic rolling bearings*

За последнее время рынок пищевого оборудования существенно изменился. Выросла мощность производства, компании подстроились под постоянно меняющиеся вкусы потребителей, качество продукции стало на порядок выше. Отечественные и зарубежные производители значительно продвинулись в производстве оснащения. Это дало толчок для роста числа предприятий пищевого производства и общественного питания, фермерских хозяйств. Увеличение количества потребителей привело к возникновению спроса на качественное, многофункциональное пищевое оборудование.

Технологическое оснащение сектора пищевого производства представлено:

* кондитерским оборудованием (дозаторы, вафельницы, формовочные агрегаты);
* хлебопекарным оснащением (тестомесы, тестоделители, линии автоматизации производства);
* аппаратами для производства мясной продукции (мясорубки, варочные котлы, коптильные камеры);
* оборудованием для производства молочной продукции;
* оборудованием для пивоварения;
* оборудованием для производства и розлива вина;
* оснащением для ресторанного бизнеса (кофемолки, электрические плиты, миксеры, барное оборудование);
* оборудованием для производства кормов (экструдеры, паровые тоннели) и другими видами технологического оборудования пищевой промышленности.

Аппараты и оборудование пищевого производства являются технологическими машинами, поэтому их проектирование и производство определяются общими правилами проектирования и производства машин [1]. Как и любые машины, промышленное оборудование пищевого производства должно быть надежным и экономичным, сохранять работоспособное состояние в течение всего периода эксплуатации (ресурса).

Оборудование пищевой промышленности функционирует в специфических условиях, характеризующихся повышенной влажностью, значительными вибрациями и перепадами температуры. Гигиенические нормы требуют регулярной очистки технологического оборудования с использованием антибактериальных и довольно агрессивных средств, которые способны вызывать коррозию элементов оборудования.

Работоспособность любой машины определяется работоспособностью деталей и узлов, входящих в ее состав. Специфика пищевого производства предъявляет свои требования ко всем деталям пищевого оборудования, в том числе и к подшипникам качения, применяемым в машинах.

Подшипники качения [2] являются изделиями массового производства и выпускаются на специализированных подшипниковых заводах. Отечественными и зарубежными предприятиями подшипниковой промышленности накоплен огромный опыт проектирования и производства подшипников, отвечающих требованиям пищевого производства. Наилучшими характеристиками обладают подшипники, выпускаемые фирмами *SKF* (Швеция), *SNR* (Франция), *NTN* и *NSK* (Япония), *FAG* и *INA* (Германия).

В бакалейном производстве, мясопереработке и розливе напитков обычно используют подшипники, изготовленные из стойких к коррозии нержавеющих сталей. Основные конструктивные элементы подшипников *SNR* производятся с использованием сталей мартенситного класса, но сепараторы изготавливаются из аустенитной стали. Для оборудования, работающего при повышенных температурах и на высоких скоростях вращения, рекомендуются подшипники *SNR Topline* [3].

Кроме того, для работы в агрессивных средах подходят подшипники серии *SKF*, также изготовленные с использованием нержавеющей стали. Подшипники *NTN* открытого типа заполняются специальной особо консистентной смазкой, которая после работы при высокой температуре приобретает вид затвердевшей смолы, не способной вытекать из подшипника или эмульгировать.

Подшипники *NSK Spacea* могут быть как стальными, так и гибридными.

Кроме того, в оборудовании пищевой промышленности можно использовать подшипники серий *FAG* и *INA*, которые защищены стойким к коррозии покрытием *Corrotect* или оснащены специальной системой трехкомпонентного уплотнения. Существуют модификации подшипников *FAG* и *INA*, которые устойчивы к рабочим температурам вплоть до +250°C.

К числу самых распространенных конструктивных элементов оборудования пищевой промышленности относятся подшипниковые узлы, которые подвергаются специальной обработке поверхностей для предотвращения оседания частиц пищевых продуктов, а также бактерий. Именно такими являются подшипники серии *SKF*, которые специально разработаны для работы в условиях интенсивного вымывания смазочных материалов. Эти подшипники обычно поставляются уже заполненными специальной синтетической смазкой, достаточной для всего срока службы. Такая смазка не вымывается из подшипника и при регулярной обработке оборудования антисептическими растворами, кроме того, она не имеет запаха и вкуса. Для эксплуатации в агрессивных средах, при повышенной влажности и постоянном контакте с пищевыми продуктами предназначены сферические подшипники *SNR*, изготовленные из нержавеющей стали аустенитного класса. Также для эксплуатации в вышеупомянутых условиях можно рекомендовать подшипники с корпусами из термопластика. В составе оборудования мучного производства, в условиях высокой запыленности рекомендуется использовать подшипники, имеющие тройную кромку уплотнения. Подшипники почти всех вышеописанных модификаций входят в программы производства таких мировых производителей, как *INA, SNR, NTN* и некоторых других.

Все производители подшипников, как правило, в числе прочих, используют и такие смазки, которые соответствуют гигиеническим требованиям пищевого производства. Примером может служить смазка *Lub1* компании *SNR*, в основу которой положены парафиновые масла и загуститель на базе алюминиевого комплекса. Она допущена для использования в условиях, когда возможен ее контакт с пищевыми продуктами.

Современные требования к качеству пищевых продуктов являются весьма жесткими, что вынуждает производителей оборудования уделять пристальное внимание качеству своих изделий, в частности, гигиеническим и эксплуатационным характеристикам используемых подшипников.

Среди достаточно большого ассортимента подшипниковой продукции, безусловно, наиболее распространенными являются радиальные шариковые подшипники. Популярность данного типа изделий обусловлена возможностью их широкого использования в народном хозяйстве и вполне приемлемой стоимостью. Конструкция радиальных шарикоподшипников неразъемная, выполнена с учетом восприятия радиальных и осевых сил при работе. При этом радиальный шариковый подшипник может работать в условиях высоких значений частоты вращения. Если сравнивать радиальные шарикоподшипники с аналогичными изделиями другого типа, можно отметить некоторые преимущества первых. В частности, работа шарикоподшипника сопровождается минимальным коэффициентом трения, что позволяет использовать радиальный шарикоподшипник в механизмах, вращающихся с высокой скоростью.

Тип исполнения радиальных шарикоподшипников, как правило, имеет два варианта: открытая конструкция и закрытая. Закрытый тип отличается тем, что дополнительно в конструкцию включены защитные шайбы и контактные уплотнения. В конструкции открытых подшипников нередко встречаются кольцевые выточки по внутреннему и наружному кольцам, которые и предназначены для установки защитных шайб и контактных уплотнений. Важным элементом шарикоподшипника является также сепаратор. Это элемент, выполненный путем штамповки с учетом центрирования по сторонам качения. Сепараторы могут изготавливаться из различных материалов, например латуни, бронзы, текстолита и других. Преимущественно такие сепараторы применяются в подшипниках специального назначения.

Промышленные предприятия производят шарикоподшипниковые изделия с нормальным зазором, а также подшипники, имеющие значение радиального внутреннего зазора, отличающееся от значения нормального зазора в сторону уменьшения либо увеличения. Такой параметр, как «самоустановка», для шарикоподшипников практически исключен, поэтому при установке радиальных шариковых подшипников необходимо соблюсти соосность в посадочных местах. При этом значение несоосности наружных колец относительно внутренних колец не должно превышать 10–15', независимо от того, имеет место увеличенный зазор в подшипнике или нет. Наличие перекосов в подшипнике сопровождается возникновением дополнительных контактных напряжений, что резко снижает долговечность работы изделия.

Особенностью работы шарикоподшипниковых изделий, также как и роликовых подшипниковых изделий, является присутствие постоянной минимальной нагрузки при эксплуатации подшипников. Наличие данной нагрузки особенно важно для подшипников, работающих в условиях высокочастотных вращательных движений. В такие моменты возникающие силы инерции движения шариков и сепаратора дестабилизируют нормальный режим качения в подшипнике. В результате имеет место проскальзывание шариков на дорожке.

*Полимерные подшипники IGUS.* Производство подшипников немецкой компанией *IGUS* обладает некоторыми особенностями, которые делают эту марку в некотором смысле обособленной от других.

Как правило, компаниям-производителям подшипников присуща одна общая и главная деталь – возникновение производства на базе сталелитейных технологий. В случае с компанией *IGUS* все иначе, так как ее структура изначально предусматривала организацию производства пластмассы и пластмассовых изделий.

Между тем благодаря технологической революции такие элементы машин и механизмов, как подшипники, получили совершенно иное направление разработки, и неизвестно, какие еще возможности для их производства возникнут через несколько лет. Не исключено, что появление полностью пластмассовых подшипников – это лишь вопрос времени.

Первые упоминания о компании *IGUS* относятся к 1964 г. Именно в то время некто Гюнтер Блазе основал одноименную фирму и начал поставлять на мировой рынок технически сложные изделия из пластмассы. К 1983 г. имело место увеличение мощностей, а также внедрение инновационных технологий. Как следствие, компания стала выпускать полимерные подшипники и другие востребованные изделия.

Основным материалом для изготовления подшипников скольжения и качения стал специальный полимерный состав – *xiros*. Из него компания выпускает радиальные шарикоподшипники, где кольца, сепаратор, элементы скольжения – все изготовлено на основе полимера *xiros* [4]. Полимерный материал отличается от традиционного металла тем, что совершенно не требует смазки. Кроме того, он более устойчив к воздействию агрессивной среды, и ему не страшна коррозия. Также среди преимуществ полимерных подшипников выделяются антимагнитные свойства и высокие температурные характеристики.

Подшипниковая продукция *IGUS* обладает малым весом, не накапливает статические заряды и может подвергаться мойке с применением чистящих средств без ущерба для технического состояния. Все эти свойства способствуют идеальному использованию полимерных подшипников в составе оборудования медицинского назначения, машин пищевого производства, механизмов текстильной и химической промышленности.

Купить полимерную подшипниковую продукцию можно в представительстве компании *IGUS*, функции которого в России исполняет предприятие ООО «ХЕННЛИХ». Также продажей занимаются европейские дилеры. Более точная информация представлена на сайте igus.ru.

Пока еще российский сервис продаж полимерных подшипников развит не настолько, чтобы можно было легко купить продукт в любом российском регионе. В ближайшем будущем, скорее всего, ситуация изменится к лучшему, так как заметен рост популярности изделий *IGUS*.

|  |  |
| --- | --- |
| Конструкция однорядного полимерного шарикового подшипника *IGUS* на основе стандарта DIN 625 представлена на рисунке.**Однорядный полимерный шариковый радиальный подшипник IGUS:** *A – внешнее кольцо; B – внутреннее кольцо; С – сепараторное кольцо; D – шарики**Внешние и внутренние кольца***.** Пригодность полимерных шарикоподшипников *xiros* в значительной степени определяется материалами обеих дорожек качения. Для изготовления этих дорожек использованы трибополимеры *igus*, что позволяет максимально увеличить срок службы и свести к минимуму коэффициенты трения. Предлагаются на выбор три вида материалов. Они отличаются допустимыми значениями температуры (до 150°С), химической стойкостью и стоимостью. |  |

*Сепараторное кольцо***.** Материалы, из которых изготавливаются сепараторы шарикоподшипников, также должны соответствовать области применения. Эти материалы существенно различаются по стойкости к воздействию температур и химреагентов. Сепараторы в комплекте поставки полимерных шарикоподшипников *xiros* уже наилучшим образом адаптированы к материалам внешнего и внутреннего колец.

*Шарики.*Материалы шариков различаются в наибольшей степени. Помимо стали в них используется стекло или пластмасса. Это приводит к большой разнице в массе, что, в свою очередь, влияет на такие характеристики, как плавный ход, плотность и устойчивость к воздействию среды. Стальные шарики (нержавеющая сталь) недорогие, стойкие к воздействию химреагентов, но имеют максимальную плотность. Стеклянные шарики следует выбирать, если требуется, чтобы подшипник не содержал металла. Они также характеризуются высокой стойкостью к воздействию химреагентов и имеют среднюю плотность. Полимерные шарики обладают значительными преимуществами по таким показателям, как плотность, масса и тихий ход. Они характеризуются превосходной химической стойкостью в зависимости от типа пластмассы.

Полимерные шарикоподшипники *xiros* произвели революцию на рынке шарикоподшипников. Во многих сферах, где применение традиционных металлических шарикоподшипников нецелесообразно, новые типы подшипников могут быть успешно внедрены благодаря эксплуатации без смазки и без технического обслуживания, а также использованию высокопрочных полимеров *xirodur*. Преимуществами полимерных подшипников являются следующие свойства:

* не требуют смазки и обслуживания;
* обладают высокой устойчивостью к коррозии;
* применяются при температурах до 150°C (краткосрочная температура до 300°С);
* обладают высокой устойчивостью к воздействию среды, возможна очистка водой;
* немагнитные;
* имеют низкую массу.

*В каких случаях следует использовать шарикоподшипники xiros?*

* Требуются шарикоподшипники, способные работать без смазки.
* Для эксплуатации без смазки и без технического обслуживания.
* Для скоростей вращения, превышающих предельные значения обычных подшипников.
* Требуется устойчивость к коррозии.
* Эксплуатация при температурах до 150°C (зависит от типа шарикоподшипника).
* Требуется устойчивость к воздействию среды и возможность очистки водой.
* Необходимо использовать немагнитные шарикоподшипники.
* Требуются шарикоподшипники с малым весом.
* Необходимо соответствие нормам Управления по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных средств (FDA).

*В каких случаях не следует использовать шарикоподшипники xiros?*

* Очень высокие нагрузки или скорости вращения.
* Требуется только экономичная альтернатива традиционным металлическим шарикоподшипникам.
* Необходима высокая точность (зазор в подшипнике).

**Библиографический список**

1. Иванов М.Н., Финогенов В.А. Детали машин: учебник для машиностроительных специальностей вузов. 12-е изд., испр. М.: Высшая школа, 2008. 408 с.
2. Подшипники качения – таблица размеров, виды и классификация [Электронный ресурс]. URL: http://ismith.ru/material/podshipniki-kacheniya (10.02.2017).
3. Мир подшипников [Электронный ресурс]. URL: http://www.bearingshops.ru/articles/opodshipnikah/ (10.02.2017).
4. Полимерные шарикоподшипники xiros® – конструкция, области применения, разработка и испытания [Электронный ресурс]. URL: http://www.igus.ru/wpck/7703/Aufbau\_Anwendungen\_Entwicklung\_und\_Tests (10.02.2017).
1. Грудинин Владимир Гарриевич, старший преподаватель кафедры конструирования и стандартизации в машиностроении, e-mail: grudinin\_v60@mail.ru

Grudinin Vladimir, Senior Lecturer of Design and Standardization in Machine Building Department,

e-mail: grudinin\_v60@mail.ru, [↑](#footnote-ref-1)
2. Югай Евгения Владимировна, студентка гр. ТПб 15-1, ewgenija-shenja@mail.ru

Yugay Eugenia, a student of IrNITU, ewgenija-shenja@mail.ru, [↑](#footnote-ref-2)
3. Ястребова Екатерина Владимировна, студентка гр. ТПб 15-1, katya.yastrebova.96@mail.ru

 Yastrebova Ekaterina, a student of IrNITU, katya.yastrebova.96@mail.ru,. [↑](#footnote-ref-3)