

пластичности «В». При этом необходимо отметить снижение полного относительного удлинения при использовании только блока для снятия напряжения. Очевидно, что кроме блока перераспределения напряжений для арматуры необходимо дополнительно использовать рихтовальное устройство.

Следовательно, использование устройства для снятия внутренних напряжений позволит повысить показатель $\sigma_b/\sigma_{0,2}$. При этом совмещение такого устройства с рихтовальным устройством, а также минимизация удельных обжатий открывает перспективы для получения всех необходимых параметров арматуры класса пластичности «В», полученной холодной прокаткой.

Литература

1. Ахметов, Т. А. Современные тенденции в развитии технологии производства холоднодеформированной арматурной стали / Т. А. Ахметов, И. Н. Радькова, Л. В. Локтионова // *Литье и металлургия*. – 2014. – № 2. – С. 65–67.
2. Проблемы и пути развития современного железобетона / А. И. Звездов [и др.] // *Бетон и железобетон*. – 2015. – № 4.
3. Харитонов, В. А. Возможности оперативной организации производства и применения в России арматурного проката с европейскими требованиями качества и эффективности / В. А. Харитонов, С. О. Нахтияр // *ЖБИ и конструкции*. – 2011. – № 3. – С. 54–61.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПОДШИПНИКОВ С НАНОКОМПОЗИЦИОННЫМ ПОКРЫТИЕМ НА БАЗЕ ОАО «МИНСКИЙ ПОДШИПНИКОВЫЙ ЗАВОД»

И. В. Базуев, Н. В. Старков, Т. А. Ахметов

ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, Беларусь

Научный руководитель В. П. Казаченко

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

В настоящее время подшипники качения используются практически в любом оборудовании и находят себе применение в широком диапазоне – от бытового до промышленного. В Республике Беларусь в год потребляется около 100 млн подшипников. Большая часть из этих подшипников приходится на подшипники импортного производства, которые белорусские предприятия, как правило, приобретают за валютные средства. Данное обстоятельство не лучшим образом сказывается на экономических показателях как самого предприятия, так и всей экономики Республики Беларусь в целом.

Эксплуатационная стойкость подшипников напрямую влияет на долговечность и безопасность работы оборудования. Преждевременный выход из строя подшипников может привести как к рядовой замене, так и к значительным затратам для ликвидации последствий.

Выход из строя подшипников качения происходит, в основном, из-за усталостного разрушения рабочих поверхностей, дополняемого их износом, вызываемым проскальзыванием. Опыт ведущих подшипниковых фирм показал, что качество подшипниковых сталей достигло достаточно высокого уровня и его улучшение уже не дает значительного эффекта в увеличении ресурса работы подшипников качения. Дальнейший прогресс связан с модификацией поверхности качения, например, путем нанесения различных покрытий.

Для промышленных подшипников качения применяется довольно много видов покрытий, которые могут быть нанесены различными методами. Наиболее перспективные разработки таких всемирно известных фирм как SKF, Timken, FAG, NSK

связаны с нанесением вакуумных покрытий, содержащих алмазоподобные углеродные слои. Такая модификация поверхности позволяет существенно повысить ресурс подшипника качения при работе его в тяжелых условиях, при переменных и ударных нагрузках, низких скоростях вращения, в условиях граничного смазывания.

Считается, что для тонких покрытий, толщиной в несколько микрометров, остаточная прочность определяется в основном свойствами материала, из которого изготовлены детали подшипников. Алмазоподобные углеродные покрытия отличаются исключительно высокими механическими и триботехническими свойствами. Однако для конкретных технических применений необходима оптимизация температурно-временного режима формирования, а также подготовка поверхности перед нанесением покрытия, формирование адгезионных слоев, легирование их атомами металлов или неметаллов.

Единственным производителем подшипников качения в Республике Беларусь и одним из ведущих производителей данного вида продукции в странах СНГ является ОАО «Минский подшипниковый завод» (далее ОАО «МПЗ»). Основной сферой деятельности ОАО «МПЗ» является производство подшипников: роликовых сферических, роликовых цилиндрических, игольчатых, шариковых, шарнирных и других типоразмеров в широком диапазоне размеров с наружным диаметром от 12 до 820 мм и весом от 3,5 г до 635 кг (всего – более 600 типоразмеров).

Крупнейшими потребителями подшипниковой продукции ОАО «МПЗ» в Республике Беларусь являются машиностроительные предприятия Минпрома: ОАО «Минский тракторный завод», ОАО «Минский автомобильный завод», ОАО «БелАЗ», ОАО «Борисовский завод Автогидроусилитель», ОАО «Белкард», ОАО «Амкодор», ОАО «Бобруйскагромаш», ОАО «Минский завод колесных тягачей», ОАО «Гомсельмаш», ОАО «Бобруйский завод тракторных деталей и агрегатов», ОАО «Витебский завод тракторных запасных частей», ОАО «ЛМЗ Универсал», а также другие крупные предприятия Республики Беларусь: ОАО «Белорусский металлургический завод – управляющая компания холдинга «БМК», ОАО «Беларуськалий», ГПО «Беларусьнефть».

Производимые ОАО «МПЗ» подшипники по своим эксплуатационным характеристикам не могут конкурировать с ведущими зарубежными фирмами.

Для увеличения эксплуатационной стойкости подшипников производства ОАО «МПЗ» предлагается наносить на их рабочие поверхности алмазоподобное углеродное покрытие. Данное покрытие будет наноситься на установке вакуумно-дугового напыления.

Модификация поверхностей подшипников качения алмазоподобными углеродными покрытиями является передовой технологией, не имеющей аналогов как в Республике Беларусь, так и на постсоветском пространстве. Получаемый продукт позволит замещать аналоги импортной продукции зарубежных производителей – SKF, FAG, NSK, TIMKEN.

Суть предлагаемой технологии заключается в нанесении углеродного покрытия с использованием импульсного источника углеродной плазмы. Из плазмы импульсного катодно-дугового разряда формируются слои на изделиях из подшипниковых сталей, имеющих низкую температуру отпуска и с высокой скоростью нанесения – до 15 нм/мин (рис. 1).

Особенностью технологии является возможность ее адаптации для конкретных условий работы подшипника. Покрытие, в зависимости от условий эксплуатации подшипника, может формироваться как на телах качения, так и на внутренних и внешних поверхностях колец.

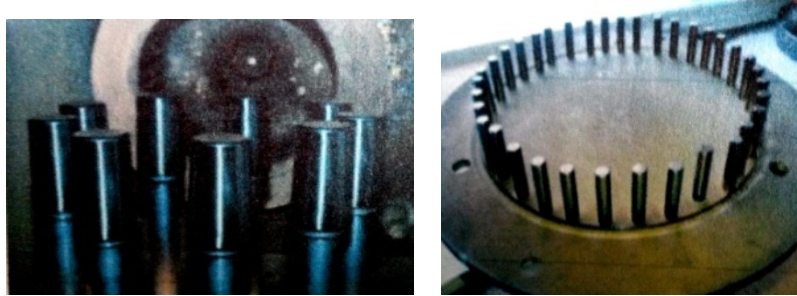


Рис. 1. Ролики подшипников с нанопокрытием

Для реализации данного проекта предлагается организовать производство нанесения покрытий на поверхности трения подшипников на базе лаборатории нестандартных изделий ОАО «МПЗ». Имеющийся интеллектуально-производственный потенциал сотрудников данной лаборатории позволит как обслуживать оборудование по нанесению покрытий, так и выполнять комплекс работ и мероприятий, направленных на обеспечение подготовки новых технологических решений и содействие их реализации.

Укрупненно производственный цикл по производству высокотехнологических подшипников представлен в виде схемы, представленной на рис. 2.

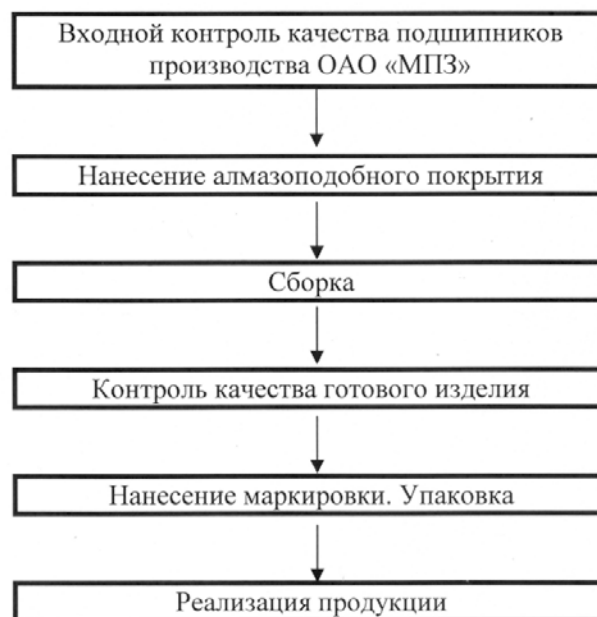


Рис. 2. Производственный цикл выпуска высокотехнологических подшипников

Реализация инновационного проекта позволит производить национальный продукт, способный заменить импортную продукцию как в Республике Беларусь, так и в странах СНГ.

Применение подшипников с покрытием в условиях металлургического производства привели к значительному увеличению их срока службы.

В Национальном центре испытания и контроля качества подшипников г. Лоян (КНР) были проведены испытания роликов ОАО «МПЗ» с опытным покры-

тием по стандартам GB/T 12444.2–90 «Методы испытания металлов на износ», GB/T25767–2010 «Подшипники качения конические роликовые», GB/T24608–2009 «Методы испытания подшипников качения и их деталей».

Ресурсные испытания роликов показали, что контактная усталостная долговечность модифицированных роликов с покрытием превышает долговечность роликов без покрытия, как минимум, в три раза [1].

На рабочих поверхностях подшипников формируется слой, который обладает следующими характеристиками:

- высокая твердость;
- низкий коэффициент трения;
- высокая износоустойчивость;
- химическая инертность;
- биосовместимость;
- прозрачность в инфракрасном диапазоне спектра;
- экологическая чистота.

Подшипники отечественного производства с модифицированием поверхности алмазоподобным углеродным покрытием будут не только не уступать, но и по некоторым параметрам превосходить брендовые зарубежные аналоги.

Литература

1. Вакуумное покрытие для подшипников качения / В. П. Казаченко [и др.] // Быстрозакаленный материалы и покрытия : сб. материалов XIII Междунар. науч.-техн. конф. / ФГБОУ ВПО «МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К. Э. Циолковского».

РАСЧЕТ КОМПЕНСАТОРА ПРИ ТОЧНОЙ ШТАМПОВКЕ ВЫДАВЛИВАНИЕМ

М. М. Буслов

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель М. Н. Верещагин

Способ безоблойной штамповки позволяет получить точную поковку с минимальными припусками под последующую обработку резанием. При безоблойной штамповке объем исходной заготовки должен быть равен объему готовой штамповки. Однако требование равенства объемов исходной заготовки и поковки практически невыполнимо в связи с разбросом допусков исходного материала. В связи с этим необходимы дополнительные мероприятия, которые обеспечивали бы возможность успешной безоблойной штамповки при наличии неточных по объему заготовок. К числу таких мероприятий относится применение штампов с дополнительной полостью (называемых магазином или компенсатором), в которую удаляется излишний объем металла заготовки в конце рабочего хода пресса. Магазин (компенсатор) располагается в той части полости штампа, которая заполняется в последнюю очередь.

Рассмотрим методику расчета размеров компенсатора на примере операции прямого выдавливания [1], [2].

При жестко заданных размерах утолщенной части поковки используют магазин (компенсатор) со свободным затеканием избыточного металла в увеличенную по длине стержневую часть штамповки.

Таким образом, получаем штамповку с точными размерами утолщенной части и переменной длиной стержня.