

# АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ



12 / 1990

**В 1991 ГОДУ  
БУДЕТ ВЫПУЩЕН  
АТЛАС**

**«ВИДЫ И ПРИЧИНЫ РАЗРУШЕНИЙ  
ДЕТАЛЕЙ ПОДШИПНИКОВ,  
ВЫШЕДШИХ ИЗ СТРОЯ  
В ПРОЦЕССЕ ИСПЫТАНИЙ  
И ЭКСПЛУАТАЦИИ»**

***В атлас включены***

*обобщенные результаты металлографических исследований деталей подшипников, разрушенных при эксплуатации в различных условиях применения подшипников качения*

*В атласе классифицированы виды разрушений, даны описания металлографических характеристик, макро- и микроструктуры изломов, иллюстрируемые фотографиями.*

***Наш адрес:***

***109088, Москва,***

***2-я ул. Машиностроения, 27.***

***Телефон:***

***275-13-58***



**Специализированный  
информцентр  
подшипниковой  
промышленности  
готовит к изданию в 1991 г.  
справочник**

**«Обозначение характеристик абразивных материалов и инструментов зарубежными и отечественными фирмами»**

**В справочник включена информация наиболее известных в мире фирм Англии, Италии, США, ФРГ, Швеции, Японии и других стран, производящих шлифоваль-**

**ный инструмент из традиционных абразивных материалов (электрокорунда, карбида кремния) на всех видах связок, а также из циркониевого электрокорунда, алмаза и кубического нитрида бора.**

**Представлена полная расшифровка маркировок шлифовальных кругов, даны сравнительные таблицы обозначений абразивных материалов, твердости, связок, зернистостей, принятых за рубежом и в нашей стране.**

**Справочник окажет помощь специалистам предприятий и организаций, использующих в своей работе импортный абразивный инструмент или импортное оборудование, оснащенное специальным абразивным инструментом.**

**Предварительные заявки направляйте по адресу:  
109088, Москва, 2-я ул. Машиностроения, 27, НПО  
подшипниковой промышленности, специализированный  
информцентр.**

**Телефон: 275-13-58**



# АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ОРГАН МИНИСТЕРСТВА АВТОМОБИЛЬНОГО И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

ежемесячный  
научно-технический  
журнал

Издается с мая 1930 года  
Москва · Машиностроение.

# 12 / 1990

УДК 621.822.6.002«313»

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОДШИПНИКОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ю. И. БУБНОВ

В промышленном производстве подшипниковая промышленность занимает исключительное положение, так как без ее продукции — подшипников качения — не может нормально функционировать ни один вид техники. Именно поэтому отечественная подшипниковая промышленность была, по существу, первенцем реализации планов индустриализации страны и быстро развивалась в дальнейшем.

Все этапы ее развития определялись реальными потребностями. Так, уже в последние годы перевод железнодорожного транспорта с подшипников скольжения на подшипники качения потребовал организации соответствующего производства, а затем — и его специализации.

В настоящее время на ГПЗ-16 завершается освоение проектных мощностей по выпуску подшипников для железнодорожного транспорта. Строительство ВАЗа обусловило необходимость создания таких крупных подшипниковых заводов, как ГПЗ-15 (г. Волжск) и ГПЗ-23 (г. Вологда). Для грузовых автомобилей КамАЗ потребовалось не только нарастить производственные мощности действующих подшипниковых заводов, но и построить новый — ГПЗ-28 (г. Луцк).

Сейчас производственная база подшипниковой промышленности — это 30 Государственных подшипниковых заводов, из них четыре строящиеся, семь — ремонтно-подшипниковых, два — опытных. На этой базе выпускается более 1 млрд. подшипников, удовлетворяющих основные потребности народного хозяйства.

Но развитие подшипниковой подотрасли продолжается. К 1995 г., например, она должна выпускать не менее 1185 млн. подшипников в год, к 2000 г. — не менее 1350 млн.

Чтобы выполнить такую производственную программу, потребуются реконструкция и техническое пере-

вооружение предприятий. Но не обойтись, как показали проектные проработки обеспечения схемы развития подшипниковой промышленности, и без новых заводов. Их к 1995 г. появится три — ГПЗ-19 (г. Шават), ГПЗ-26 (г. Мархамат), ГПЗ-30 (филиал ПО «ГПЗ-9») в г. Ленинске Узбекской ССР. Если же учесть строящийся и уже приступивший к выпуску подшипников в г. Ахунбабаеве ГПЗ-27, то к 1995 г. будет построено четыре новых завода, но все они — в Среднеазиатском регионе, где демографическая ситуация очень благоприятствует созданию новых промышленных производств. И даже требует этого.

На ГПЗ-19 намечается выпускать подшипники для приборов; роликовые с короткими цилиндрическими роликами и шариковые радиальные однорядные в размерном диапазоне до 85 мм — на ГПЗ-26; роликовые с короткими роликами в диапазоне до 500 мм — на ГПЗ-27; шариковые радиальные в диапазоне до 180 мм — на ГПЗ-27; особо крупногабаритные (диаметром до 2000 мм) двухрядные роликовые сферические — на ГПЗ-30.

Расширение производства легковых автомобилей на новом заводе в Елабуге, а также наращивание производственных мощностей действующих автозаводов приведут к увеличению выпуска подшипников на ГПЗ-18, ГПЗ-23, ГПЗ-27, ГПЗ-28 (после завершения начатого строительства), ГПЗ-3, ГПЗ-4, ГПЗ-8, ГПЗ-11, ГПЗ-15, ГПЗ-20 (после реконструкции и технического перевооружения).

Подшипниковая промышленность должна быть, кроме того, своевременно подготовлена к удовлетворению растущей потребности в подшипниках для производств, занятых выпуском товаров народного потребления. (В том числе производств отраслей, которые подвергаются конверсии.) Для таких товаров нужны, в

основном, подшипники малогабаритные — типа приборных или шариковых однорядных в размерном диапазоне до 56 мм, именно поэтому развитие заводов, изготавливающих данные подшипники (ГПЗ-4, ГПЗ-5, ГПЗ-13, ГПЗ-20, ГПЗ-24), подкрепляется вводом в действие нового завода в г. Шавате.

Потребности станкостроительной промышленности в прецизионных подшипниках будут обеспечены за счет технического перевооружения ГПЗ-1, ГПЗ-3, ГПЗ-4, ГПЗ-9, ГПЗ-20 и ГПЗ-23.

На общем фоне разнообразных проблем, решить которые потребуются в ближайшей перспективе, особо следует выделить создание беспрецедентных для нашей промышленности производств на ГПЗ-1 сверхкрупногабаритных (диаметром до 7000 мм) подшипников, предназначенных для морских бурильных установок и крупных опорно-поворотных устройств строительных машин; массового производства (на ГПЗ-24 и ГПЗ-29) сверхпрецизионных приборных подшипников для видео- и вычислительной техники; массового производства (на ГПЗ-4, ГПЗ-23 и ГПЗ-24) особо малолитражных подшипников, без которых невозможно дальнейшее и успешное развитие приоритетных отраслей машиностроительного комплекса. А так как комплекс этот — базовый для всего народного хозяйства, то понятно, что требуемые сроки создания уникальных подшипниковых производств — предельно сжатые, и здесь нам нужны зарубежные партнеры.

Так, сверхкрупногабаритные подшипники будут изготавливаться по лицензии фирмы «Роте Эрде» (ФРГ); к производству сверхпрецизионных подшипников привлекаются лучшие мировые фирмы, такие, например, как FAG (ФРГ) и НМБ (Япония). Особо малолитражные подшипники для электротехнической промышленности начнет выпускать совместное советско-югославское предприятие, создаваемое на базе ГПЗ-24 (строительство — югославская проектно-строительная фирма «Смелт»).

В ходе реконструкции и технического перевооружения намечается постепенно углубить специализацию подшипниковых заводов. Например, производство карданных подшипников будет концентрироваться на ГПЗ-3 — после освоения нового технологического процесса их изготовления, закупленного у фирмы ИНА (ФРГ). Это означает, что в перспективе устаревшая технология будет выведена и с таких заводов, как ГПЗ-1, ГПЗ-10, ГПЗ-11, ГПЗ-24 и ГПЗ-28.

Подшипники для железнодорожного транспорта перестанут изготавливать ГПЗ-3 и ГПЗ-8, потому что их выпуск, как упоминалось, будет сосредоточен на ГПЗ-16. Большие преимущества обещает также перераспределение части номенклатуры конических роликоподшипников между ГПЗ-9 и ГПЗ-28: с созданием на ГПЗ-28 цеха по производству мелкосерийных подшипников и передаче на этот завод с ГПЗ-9 подшипников с наружным диаметром до 500 мм на ГПЗ-9 появится возможность резко увеличить выпуск остродефицитных особо крупногабаритных (диаметром до 2000 мм) подшипников.

Специализация этих и других заводов представляет значительный резерв повышения эффективности подшипникового производства. И все большую роль в этом деле начинает играть отраслевая наука, в частности, ВНИПП. Например, предельная его специализацией классификация, насчитывающая 155 конструктивно-технологических групп и подгрупп, т. е. массивов, объединенных по признакам подобия конструкции и технологичности изготовления, становится базой специализации. Причем в идеале высшим уровнем спе-

циализации может быть случай, когда на заводе изготавливаются подшипники, относящиеся только к одной конструктивно-технологической подгруппе. (Примеры такого завода — ГПЗ-16 и строящийся ГПЗ-19.)

Однако специалисты ГПО «Подшипник» исходят не только из идеала, но больше — из реалий. Поэтому считают, что добиваться такого уровня специализации для всех заводов — дело пока бесперспективное: потребовалось бы иметь в стране как минимум 155 заводов (по числу конструктивно-технологических подгрупп). Хотя такая развитая подшипниковая промышленность, как промышленность США, ежегодно выпускающая такое же, как и наши заводы, количество подшипников, уже насчитывает 140 отдельных заводов, принадлежащих 83 фирмам. В нашей же стране, как отмечалось выше, всего лишь 39 подшипниковых заводов, включая заводы опытные и ремонтные. То есть наша подшипниковая промышленность находится еще на низком уровне специализации производства. Причем более всего отстают, с этой точки зрения, ГПЗ-1 (67 конструктивно-технологических подгрупп), ГПЗ-4 (49 подгрупп), ГПЗ-3 (41 подгруппа), ГПЗ-11 (29 подгрупп).

Ясно, что низкий уровень специализации резко осложняет управление производством, и чтобы хоть в какой-то степени облегчить положение этих заводов, необходимо, во-первых, рассредоточить их номенклатуру по другим заводам, во-вторых, при реконструкции и перевооружении предусматривать внутризаводскую специализацию. Что в последнее время и делается.

Так, на ГПЗ-4 в пригородную зону выводится токарно-термическое производство вместе со складами металла и других материалов; ГПЗ-3 создает свой филиал (ГПЗ-22 в г. Дагестанские Огни), который возьмет на себя выпуск малогабаритных шарнирных подшипников.

В очень невыгодном положении оказался ГПЗ-1. Несмотря на то, что его освобождают от выпуска семи подгрупп подшипников, на нем будет создаваться новое производство сверхкрупногабаритных подшипников, что добавит ему... 14 конструктивно-технологических подгрупп. Правда, для этого предусматривается построить и оборудовать производственные мощности на отдельной территории (район Люблино в Москве), что, по сути, создаст предпосылки выделить эту территорию в отдельное предприятие.

Задачу полного удовлетворения всех потребностей народного хозяйства в подшипниках качества, несмотря на расширяющееся производство внутри страны, нельзя решить, изолировавшись от мирового рынка. Понимание этого уже привело к расширению связей народного хозяйства страны с мировым хозяйством и мировым рынком, к постепенному наращиванию объемов закупок и номенклатуры технических средств, укомплектованных зарубежными подшипниками. Для них, естественно, нужны подшипники в запасные части. И здесь может быть два пути: либо освоение их выпуска (дублирование номенклатуры) на наших заводах, либо закупка их за рубежом. Первый путь неприемлем — хотя бы потому, что это бы резко снизило уровень специализации наших заводов, потребовало бы много нового оборудования и т. д. Остается второй путь — какую-то часть подшипников закупать, получая валютные средства от продажи своих подшипников. Но для этого отечественные подшипники необходимо превратить в товар, конкурентоспособный на мировом рынке, сделать так, чтобы наши подшипники при одинаковой цене пользовались бы спросом не меньшим, чем подшипники, изготовленные в США, ФРГ и других промышленно развитых странах. Это очень сложная задача, но — выполнимая.

**УВАЖАЕМЫЕ  
ЧИТАТЕЛИ!**

Если Вы не смогли оформить годовую подписку на наш журнал, можете подписаться на один, два номера и т. д., начиная с № 3 — 1991 г.  
Подписная цена прежняя — 60 коп. в месяц.  
Индекс — 70003.

УДК 621.822.6.001.6:62.001.7

## НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ — ОСНОВА НТП

Кандидаты техн. наук В. Н. НАРЫШКИН  
и К. Д. СЕМКИН

Мировой опыт убедительно доказал, что технический прогресс определяется принципиально новыми решениями, базирующимися на фундаментальных достижениях различных областей науки. Поэтому понятен интерес, проявляемый в последнее время подшипниковой промышленностью к тому обширному комплексу разработок, которыми располагает отечественная «большая» наука и которые могут быть эффективно реализованы. При этом роль связующего звена принадлежит отраслевому институту — ВНИППу. Именно его специалисты совместно с исследователями из академических институтов и вузов создают инженерные методики расчетов и решают конкретные отраслевые задачи.

Такая форма взаимодействия позволяет не только успешно заниматься разработками, которые уже не под силу отраслевой науке, но и резко повысить их технический уровень, сократить сроки выполнения. Кроме того, благодаря ей получают развитие и совершенно новые для ВНИППа направления научных исследований. Например, в области механики твердого тела. Конкретный пример последнего — разработка, наряду с традиционными методами поверхностного термоупрочнения (закалка токами высокой частоты, цементация с последующей термообработкой, азотирование и др.), и нового прогрессивного метода локального термоупрочнения — лазерной термообработки.

Известно, что она придает обычным углеродистым и низкоуглеродистым сталям более высокую предельную твердость и, как результат, обеспечивает материалам износоустойчивость. Вследствие высоких скоростей аустенизации и закалки, характерных для лазерной обработки, структура сталей получается более мелкодисперсной, что исключает необходимость использования специальных закалочных сред.

Лазерный луч — технологически гибок, а также точен, следовательно, его легко «доставить» в любую зону, в том числе труднодоступную, и обрабатывать лишь те поверхности, которые подвержены наибольшему нагружению в процессе эксплуатации детали. Чрезвычайно важно и то, что он нагревает очень ограниченный объем материала: деталь практически не деформируется, а это позволяет повысить точность ее изготовления и снизить трудоемкость механообработки.

Все это — общие достоинства лазера, которые и нужны подшипниковой промышленности. Именно поэтому во ВНИППе были выполнены специальные исследования, связанные с определением конкретных вариантов применения лазерной термообработки деталей подшипников. В их ходе установлено, в частности, что проблема упрочнения рабочей поверхности колец подшипников, работающих при высоких динамических нагрузках и активной среде без смазки, не разрешима другими методами, при помощи лазера реализуется успешно. В итоге создана технология лучевого упрочнения колец подшипников серии 128700 (для турбобуров). Затем — совместно с ИЭС имени Е. О. Патона АН УССР — технологический комплекс для лучевого упрочнения колец подшипников УЭЛ157Б, позволяющий увеличить ресурс подшипников в 1,7—2 раза. (Комплекс внедряется на ГПЗ-11.)

В статье, которой редакция открывает тематический номер журнала, посвященный подшипниковой подотрасли, названы лишь некоторые, хотя и базовые, направления работы тех, кто обеспечивает саму возможность существования и развития машиностроительного комплекса страны. Более конкретным примерам их реализации, связанным с ней решениям, поискам, успехам и сложностям посвящены публикуемые ниже материалы, подготовленные учеными и практиками, работниками ВНИППа, НПО «ВНИПП», Минского филиала ВНИППа, ГПЗ-1, ГПЗ-3, ГПЗ-8, ГПЗ-11, ГПЗ-15, ГПО «Подшипник», НПО «ВНИИалмаз».

Редакция и редакционная коллегия будут благодарны тем читателям, кто найдет время высказать свою точку зрения на проблемы, затронутые в номере.

Второй конкретный пример реализации отраслевой наукой результатов фундаментальных исследований — из области создания новых электрохимических процессов: разработка метода многослойных покрытий. Фундаментальные исследования выявили, что ресурс деталей с многослойными покрытиями значительно превосходит ресурс тех же деталей, но с покрытиями однослойными. Причем как в случае контактирующих поверхностей качения, так и для опор скольжения.

Последовавшие за ними прикладные исследования, выполненные во ВНИППе, доказали возможность получения многослойных покрытий электрохимическим путем. Отсюда — крутой поворот к созданию технологии нанесения гальванических покрытий для деталей подшипников.

Используются результаты фундаментальных исследований и для разработки технологии нанесения ионно-вакуумных покрытий. Например, на основе работ, выполненных Институтом коррозии и Институтом неорганической химии АН СССР, удалось получить высококачественные карбонитридные покрытия, не применяя реактивное распыление. Сделано это благодаря новым методам для напыления. Таким образом решается важнейшая для практики проблема нанесения ионно-вакуумных покрытий на детали подшипников.

Интересные сочетания результатов фундаментальных и прикладных исследований есть и в области материаловедения. Так, ИОФ АН СССР сумел получить новый керамический материал — изотропный монокристалл диоксида циркония, применение которого весьма перспективно для производства деталей подшипников уже в настоящее время. Кроме того, исследования академических институтов в области углепластиков позволяют в ближайшем будущем апробировать материалы на их основе в сепараторах таких подшипников, где традиционные материалы начинают сдерживать рост ресурса как самих подшипников, так и подшипниковых узлов.

Перспективны фундаментальные и прикладные исследования, выполняемые совместно с институтами АН СССР и вузами страны в области создания математического обеспечения, необходимого для оценки работоспособности подшипников и новых технологий. (Такая оценка на стадии исследований конкретных изделий, как показал предыдущий опыт, позволит значительно сократить затрачиваемые средства и время.)

Одна из важнейших проблем подшипникоостроения — техническая диагностика подшипников в процессе их работы и испытаний. Решить ее поможет разработанная в МИИТе (кафедра, где заведующий — д-р техн. наук Д. Г. Евсеев) совместно с предприятием «Интер-

проект» автоматизированная система диагностики подшипников. Эта система дает возможность уплотнять и долгое время хранить большие массивы данных об испытаниях подшипников, а алгоритм обработки результатов в режиме «анализ» — вести статистическую обработку результатов испытаний, поиск корреляционных связей. В итоге удалось сформировать параметризованную базу данных и алгоритм обработки по диагностическим, геометрическим и физико-механическим признакам.

Возможности автоматизированной системы диагностики: регистрация виброакустико-эмиссионных сигналов с четырех независимых объектов и до 32 сигналов с датчиков режимов испытаний; их первичная и вторичная обработка; накопление и хранение массивов данных на внешних запоминающих устройствах; вывод информации на монитор и принтер.

Таким образом, разработанная за короткий срок авто-

матизированная система в несколько раз увеличивает информативность испытаний подшипников (с соответствующей математической обработкой результатов). Например, раньше, чтобы обработать результаты испытаний подшипников от всех ГПЗ, затрачивалось 1—1,5 г., сейчас — дни.

Приведенные примеры свидетельствуют: действительное внедрение достижений научно-технического прогресса идет, как правило, по цепочке «фундаментальные разработки — прикладные исследования — промышленное использование». При этом прикладная наука обязательно должна иметь возможность опираться на фундаментальные исследования, что значительно сокращает путь к практической реализации разработок и, самое главное, создает прочный научный фундамент для исследований и создания новых конструкций подшипников и технологий, конкурентоспособных с лучшими мировыми достижениями.

УДК 621.822:338.5

## ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ. ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ

Л. Н. КУЗНЕЦОВА, А. В. КОМАРОВ

Совершенствование системы цен на подшипники качения — одно из важнейших звеньев организации эффективной работы подшипниковой промышленности в условиях экономической реформы. И оно идет. В частности, в 1987 г. начался пересмотр оптовых цен, введенных с 1 января 1982 г.

Надо сказать, что подшипниковая промышленность подошла к этому моменту в сложном экономическом положении: рентабельность всей товарной продукции за 1987 г. составила всего лишь 13,8, а рентабельность собственно подшипников — 14,7 % (норматив — 17,2 %), девять заводов — ГПЗ-6, ГПЗ-14, ГПЗ-18, ГПЗ-20, ГПЗ-24, ГПЗ-27, ГПЗ-28, Алма-Атинский и Тамбовский РПЗ — были просто убыточными. Причем основные убытки связаны с производством 3657 (30,5 % их общего числа) типоразмеров подшипников (в количественном исчислении это 282,5 млн. шт., или 28,4 % их общего выпуска).

Естественно, возникает вопрос: почему многие типоразмеры подшипников убыточны? Причин, как показывает анализ, много, причем ряд из них характерен не только для подшипниковой, но и для других отраслей машиностроения. Например, такие, как значительный рост в последние годы стоимости нового отечественного оборудования при практическом сохранении его производительности на уровне производительности заменяемого; неэффективное использование на некоторых предприятиях производственных мощностей из-за недостатка квалифицированных кадров и т. д.

Но есть причины и сугубо подотраслевые: повышение стоимости металла и вспомогательных материалов, прошедшее уже после утверждения оптовых цен на подшипники в 1982 г.; постоянное улучшение технических характеристик подшипников без компенсации со стороны потребителей неизбежных при этом дополнительных трудоемкости и себестоимости; большие различия в рентабельности одинаковых и аналогичных подшипников на подшипниковых заводах вследствие разных их технической оснащенности, размеров и территориального размещения предприятий, тогда как цены построены на основе среднеотраслевой себестоимости подшипников и заданных (низких) контрольных цифрах рентабельности подотрасли.

Правда, для частичной компенсации дополнительных затрат при производстве подшипников повышенной надежности и точности с 1 января 1988 г. цены на них несколько повышены (на подшипники шариковые радиальные и шариковые упорные класса точности 6; подшипни-

ки, выпускаемые по специальным техническим условиям, — ЕТУ 500, ТУ 37.006.072-75, ТУ 37.006.060-80; подшипники, детали которых изготавливаются из стали ШХ15В и некоторые другие группы).

Но это полумера, которая не обеспечила подотрасли заметного роста прибыли (повышение цен коснулось подшипников, выпускаемых в сравнительно небольших количествах) и в то же время очень осложнила взаимоотношения подшипниковых заводов с потребителями. Более того, при разработке контрольных цифр для подшипниковой промышленности не были учтены реальные положение подотрасли и возможности снижения себестоимости ее продукции. В результате на XII пятилетку это снижение предусмотрено равным 6,6 % (базовой — 1987 г.), причем стоимость металла принималась той, которая тоже была в 1987 г., хотя уже в 1988—1989 гг., несмотря на постоянные конфликты и арбитражные споры с металлургическими заводами, подшипниковые предприятия вынуждены были в ряде случаев оплачивать те дополнительные свойства металла, которые для производства подшипников не нужны. Поэтому уже сейчас ясно, что прибыль в размере 524,8 млн. руб., предусмотренная в новых оптовых ценах на подшипники, не будет получена.

Далее. Государственный комитет СССР по ценам своими методическими указаниями по пересмотру оптовых цен на продукцию производственно-технического назначения определил, что цены формируются на основе нормативно-стоимостных оценок потребительских свойств и качественных характеристик этой продукции. В принципе, не подвергая критике такой подход, нельзя вместе с тем не отметить, что для комплектующих изделий общемашиностроительного применения, какими являются подшипники качения, прямое следование методике встретило значительные трудности. Они связаны как с многообразием требований, предъявляемых к подшипникам качения различными потребителями, так и со сложившимися условиями производства: применяемыми на заводах базовыми технологическими процессами, специализацией, структурой мощностей и серийностью выпуска отдельных подшипников, а также многообразием их модификаций, отличиями по конструкции, классам точности и применяемым материалам. Дело в том, что потребительские свойства («показатели назначения» по ГОСТ 4.479-87) подшипников качения определяются большим числом основных параметров: динамической и статической грузоподъемностью; уровнем вибрации; предельной частотой вращения; габаритными размерами; классом точности; категорией качества (А, В, С); остаточной намагниченностью; отклонением угла контакта от номинальной величины (для радиально-упорных подшипников). Кроме того, существуют и показатели надежности (безотказность, долговечность, долговечность по точности, долговечность по герметичности, сохранность, эргономические показатели и др.), имеющие об-

ший характер, т. е. распространяющиеся на большинство конструктивных разновидностей подшипников, причем сама конструкция уже определяет ряд потребительских свойств, в частности, направление воспринимаемых нагрузок относительно оси вала (радиальные, радиально-упорные, упорно-радиальные, упорные), степень герметичности (закрытые) и уровень качественных характеристик (например, быстроходность шариковых радиальных подшипников значительно выше, чем у равных им по габаритным размерам радиально-упорных конических). Однако подшипники одной конструктивной группы, но разных типов (серий), т. е. с разным соотношением наружного и внутреннего диаметров и ширины, при равном наружном диаметре имеют различные динамическую грузоподъемность и быстроходность.

В этих условиях выбор одного или разработка интегрального показателя, который бы мог быть соотнесен со стоимостными показателями всех подшипников, практически невозможен. Потому что, по существу, сопоставимы лишь подшипники одной серии. Иными словами, анализ соотношения качественных параметров и стоимостных показателей можно проводить только по каждой отдельной серии подшипников. Здесь задача выбора качественного параметра несколько упрощается. Такие показатели, как класс точности, уровень вибрации, отклонение угла контакта от номинала и ряд других, обеспечиваются специальными технологическими мероприятиями и учитываются в действующем прейскуранте, а в новом предусматривается применять коэффициенты к ценам подшипников с минимальными требованиями (это, как правило, подшипники класса точности «О»), принимаемыми за базу. И тогда остается лишь задача выбора качественного параметра для построения цен по рядам базовых подшипников, т. е. подшипников одной конструктивной группы, серии, изготавливаемых из одинаковых материалов и отличающихся только габаритными размерами.

При разработке новых оптовых цен в качестве такого показателя был принят показатель «динамическая грузоподъемность». Потому что именно она определяет долговечность и работоспособность подшипника, служит одной из основных характеристик, по которым конструктор выбирает подшипники при создании машин и механизмов. Надо учесть и то, что динамическая грузоподъемность помимо конструкции характеризует и геометрические параметры, точность изготовления деталей подшипника, качество материалов колец и тел качения. Правда, у выбранного показателя как фактора для построения цен есть недостаток — неполное отражение требований к габаритным размерам подшипника: в ряде случаев два следующих один за другим по размерам подшипника имеют одинаковую динамическую грузоподъемность. Тем не менее принятый показатель все-таки более приемлем, чем предлагаемый методикой Госкомцен СССР. Например, регрессионный анализ цен и динамической грузоподъемности, проведенный при помощи этого показателя по наиболее массовым сериям основных конструктивных групп подшипников, показал: все они «укладываются» на параболу третьего порядка. Но — при условии, что фактические затраты на производство подшипников не расходятся с научно обоснованными. Однако на практике такие расхождения есть. Они, как правило, связаны с «нестандартностью» технологий изготовления подшипников определенных габаритных размеров. Поэтому для более точного построения математической модели необходима экономически обоснованная дифференциация типоразмерных рядов подшипников по размерным диапазонам, исходя из действующих в настоящее время оптимальных технологических процессов их получения. Без этого уровень оптовых цен по найденной модели не будет соответствовать общественно необходимым затратам на производство подшипников.

В новом прейскуранте данное обстоятельство учтено: полученные теоретические величины оптовых цен использованы как ориентировочные для построения зави-

симостей рядов конкретных оптовых цен с учетом динамической грузоподъемности подшипников.

Вторая особенность нового прейскуранта состоит в том, что в нем в соответствии с требованием Госкомцен СССР значительно (на 40 %) сокращено число позиций оптовых цен, но предусмотрено больше доплат и коэффициентов к базовым ценам. Такие доплаты — на шариковые радиальные подшипники серий 50000, 60000, 80000 и 150000, роликовые сферические с симметричными роликами, подшипники с кольцами из металла электрошлакового переплава; коэффициенты — на упорные шариковые подшипники классов точности 2 и 4; дифференцированные коэффициенты — на роликовые подшипники с короткими цилиндрическими роликами серии 3182000 всех классов точности. Большое число доплат предусмотрено за повышение технических характеристик подшипников и на подшипники, выпускаемые по специальным техническим условиям (в действующем прейскуранте на последние были установлены прямые цены). Расширение системы коэффициентов и доплат к базовым ценам позволяет как изготовителям, так и потребителям заранее оценивать экономические последствия и эффективность замены одного типа подшипников другим.

Новые оптовые цены предусматривалось ввести с 1 января 1990 г. Но в связи с большими изменениями в хозяйственном механизме страны, происшедшими за последние три года, с их вводом решено повременить — с тем чтобы «обкатать» их, используя пока (в 1990 г.) в качестве средства оптимизации планов производства и проверки их влияния на прибыли по отраслям и предприятиям в условиях значительно изменившейся номенклатуры выпускаемой продукции и других факторов. Следовательно, у НПО «ВНИПП» и подшипниковых заводов еще есть возможность в течение нескольких месяцев продолжать работу по дальнейшему совершенствованию ценообразования в подшипниковой промышленности, и упускать ее, разумеется, нельзя. В частности, используя ЭВМ, нужно проверить по заводам (с дифференциацией подшипников по размерно-конструктивным группам, классам точности, техническим условиям) реальную рентабельность в новых ценах по всей плановой номенклатуре выпуска 1990 г. и при необходимости внести коррективы в эти цены; разработать методические рекомендации по определению оптовых цен на подшипники качения с учетом новой общесоюзной методики; создать систему программ для ЭВМ по анализу цен, позволяющую образовывать и в дальнейшем пополнять банк данных по себестоимости и ценам подшипников, обеспечивающий возможность построения типоразмерных рядов, регрессионного анализа себестоимости и цен, ведения прейскуранта оптовых цен и номенклатуры-ценника на подшипники, обчетов планового и фактического выпуска подшипников по заданным конструктивно-размерным группам в разрезе отдельных заводов и отраслей в целом, анализа соотношения затрат на производство подшипников, изготавливаемых по различным техническим требованиям, и т. д.; завершить разработку методики расчета коэффициентов к оптовым ценам на подшипники в зависимости от серийности поставки и вообще расширить расчетные условия в прейскуранте оптовых цен; наладить контроль правильности применения оптовых цен на подшипники и основные материалы на подшипниковых предприятиях.

Сложностей в этой работе много — и организационных, и методических, и технических. Большая часть их обусловлена уже огромностью самой номенклатуры подшипников качения. Взять, к примеру, автоматизацию расчетов. Номенклатура, а также недостаточно четкая система условных обозначений подшипников ведет к тому, что нужно либо создавать достаточно громоздкий классификатор, либо искать какие-то другие решения.

Но, несмотря на все трудности, перечисленные задачи нужно решать. Цены — слишком серьезная проблема, и к их отработке нельзя относиться как к делу второстепенному.



# ПРОБЛЕМЫ, ТРЕБУЮЩИЕ РЕШЕНИЯ

В. П. ЖУКОВ, В. В. АФАНАСЬЕВ

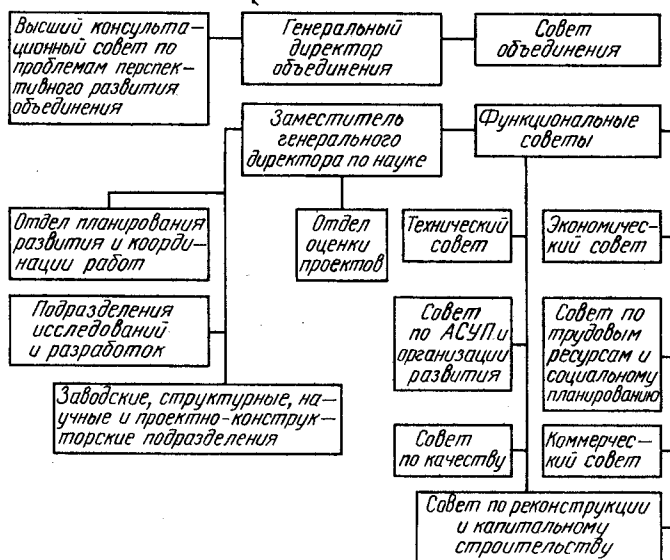
Переход к экономическим методам управления без участия отраслевой науки, в том числе заводских специалистов, невозможен. Однако в экономической литературе данной проблеме, к сожалению, уделяется мало внимания, особенно в отношении научных подразделений производственных объединений. Это заставило изучать проблему непосредственно в отрасли.

С методических позиций, заводской сектор представляется целесообразным рассматривать как часть общей системы науки, т. е. как взаимодействие частного и общего. Что и делается.

На нынешнем этапе заводской сектор науки включает в себя самостоятельные подразделения разработок и исследований; заводские научные и проектно-конструкторские подразделения (конструкторские отделы главного конструктора, технолога, механика и др.). Все названные подразделения представляют собой важные и необходимые звенья общей цепи «исследование — разработка — производство», так как они все больше влияют на направления и темпы технического и социального прогресса, развитие технологий и организации производства. Причем качественно новые формы организации производства, возросшие возможности объединений, особенно крупных, диктуют необходимость дальнейшего функционального разделения сфер труда инженерно-технических и управленческих работников, создания новых организационных структур на предприятиях отрасли.

Примерная схема такой структуры, построенная по результатам обобщения научных исследований и практики, приведена на рисунке.

Кроме того, в современных условиях наблюдается разделение труда и внутри каждого подразделения: текущая работа отделяется от решения кардинальных перспективных вопросов развития предприятия. Очевидно: оптимальные границы такого разделения тоже требуют научного обоснования. Тем более что при решении подобных вопросов уже недостаточно и весьма рискованно опираться лишь на знание собственных дел. Необходимо учитывать и дела региональные. Поэтому очень важно при выработке и принятии решений учитывать коллективное мнение руководителей, принимаемое, например, на совете объединения. И чтобы оно было научно обоснованным, при генеральном директоре целесообразно иметь специальное подразделение, состоящее из научных советников или экспертов по важнейшим направлениям деятельности объединения. В его состав могут входить участники региональных целевых научно-технических программ, а также работники объединения; его задача — проработывать наиболее актуальные вопросы таких стратегических направлений раз-



вития, как строительство и реконструкция, освоение выпуска новых изделий и прогрессивных технологических процессов, совершенствование организации и управления, а также выдавать рекомендации по важнейшим экономическим, кадровым и социальным вопросам.

Требуется совершенствование и организация самой научной работы. Так, на крупных объединениях (ГПЗ-1, ГПЗ-4, ГПЗ-15), где имеется несколько научных заводских подразделений, ведущих поисковые работы, в целях единства управления научно-техническим развитием было бы правильно создать заводские центры науки. Основная функция такого центра — комплексное решение наиболее важных проблем собственного производства, внедрение рекомендаций «большой» науки и укрепление связей с нею, а также координация исследований в регионе. Руководить таким центром должен заместитель генерального директора объединения по науке.

На более мелких предприятиях нужны филиалы центра — для обслуживания предприятий отрасли, расположенных в данном регионе.

Все перечисленное создаст условия, при которых отраслевые и академические институты, а также вузы, заинтересованные во внедрении своих разработок в производство, смогут иметь постоянных представителей при заводских центрах науки, что всегда ведет к ускорению обмена информацией.

Именно такой путь предоставляет возможность разрешить противоречие, состоящее в том, что научно-исследовательские институты зачастую недостаточно знакомы с реальными производственными условиями и потребностями, хотя имеют хорошую научную теоретическую базу, а заводские подразделения несколько ограничены в выборе научного поиска, но хорошо знают проблемы производства и умеют с их учетом использовать предложения «большой» науки.

## ОРГКОМИТЕТ ВСЕСОЮЗНОГО КОНКУРСА

по перспективным системам воздухоснабжения автотракторных двигателей («Турбо»)

### напоминает:

срок представления материалов на конкурс — до 31 марта 1991 г.

Адрес: 125438, Москва, Автомоторная ул., 2, НАМИ, патентный отдел, конкурс «Турбо».

Подробные сведения о конкурсе опубликованы в журнале «Автомобильная промышленность», 1990 г., № 9.



# ПОДШИПНИКИ В КОНСТРУКЦИЯХ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

УДК 629.114.6-233.2

## Подшипники качения для легковых переднеприводных автомобилей

В. А. КУЗЬМИН, С. А. КУЛАГИН

Новые семейства переднеприводных легковых автомобилей задумывались как более комфортабельные, с улучшенными технико-экономическими характеристиками. В связи с этим перед подшипниковой промышленностью была поставлена задача создать подшипники, которые не только обеспечат, как требовалось всегда, заданный ресурс работы автомобилей, но и будут отвечать ряду дополнительных требований: по шумности работы, металлоемкости, высокой степени унификации.

Промышленность задачу решила: она разработала 35 новых типоразмеров подшипников. Среди них имеются специальные конструкции, предназначенные для конкретных автомобильных узлов и учитывающие специфику их сборки.

Схемы расположения подшипников на автомобилях ВАЗ-2108 (ВАЗ-2109), АЗЛК-2141, ЗАЗ-1102 и их модификациях приведены соответственно на рис. 1, 2 и 3, конструктивные схемы и основные технические характеристики самих подшипников — на рис. 4 и в табл. 1, 2 и 3.

Рассмотрим некоторые из подшипников.

Подшипник водяного насоса (рис. 4, а). Он — шариковый, радиальный, двухрядный, с двухсторонним уплотнением и пластмассовым сепаратором. Смазка (пластичная) в него закладывается на подшипниковом заводе и в процессе эксплуатации не заменяется и не пополняется. Но это только в случае, если нет течи охлаждающей жидкости. Если же течь появилась, то это означает, что жидкость попала на резиномармированные уплотнения подшипника и разрушила их. Поэтому в эксплуатации при первых признаках течи через уплотнения водяного насоса нужно менять сальник, иначе быстро разрушится и подшипник. (При замене сальника не следует забывать: при напрессовке крыльчатки и шкива на вал подшипника усилие должно передаваться только через вал.)

Подшипники сцепления (рис. 4, б) — шариковые, радиальные, с двумя защитными шайбами и пластмассовыми сепараторами. В них также закладывается пластичная смазка, рассчитанная на весь срок его эксплуатации.

В коробках передач установлены роликовые (рис. 4, г, ж, р, ф, ч, ц) и шариковые (рис. 4, з, п, с, у) подшипники повышенной грузоподъемности с пластмассовыми сепараторами. Кроме того, в узлах автомобилей АЗЛК-2141 и ЗАЗ-1102 применены шариковые радиально-упорные одно- и двухрядные подшипники с разъемным внутренним кольцом и пластмассовыми сепараторами. Они, имея сравнительно небольшие габаритные размеры, выдерживают значительные осевые нагрузки и сохраняют заданные малые осевые зазоры. Для снижения металлоемкости в опорах шестерен установлены игольчатые подшипники без колец, но с пластмассовыми сепараторами (рис. 4, е, р).

Для обеспечения хорошей собираемости узлов на ступенчатых валах используются игольчатые подшипники новой конструкции — браслетного типа (разрезные) с пластмассовыми сепараторами, значительно снижающие шумность работы узлов автомобилей.

Привод на передние колеса предъявляет, как известно, особые требования к подшипникам ступиц. И эти требования удалось обеспечить: вместо традиционных двух

конических в каждой опоре колес переднеприводных автомобилей устанавливают по одному шариковому подшипнику, что, ко всему прочему, значительно уменьшило металлоемкость узла. Новые подшипники (рис. 4, д) имеют двусторонние уплотнения и, самое главное, не требуют в процессе эксплуатации регулирования осевого зазора, от величины которого во многом зависит долговечность их работы.

В принципиально новом узле рулевого механизма речного типа тоже используются новые шариковые и ро-

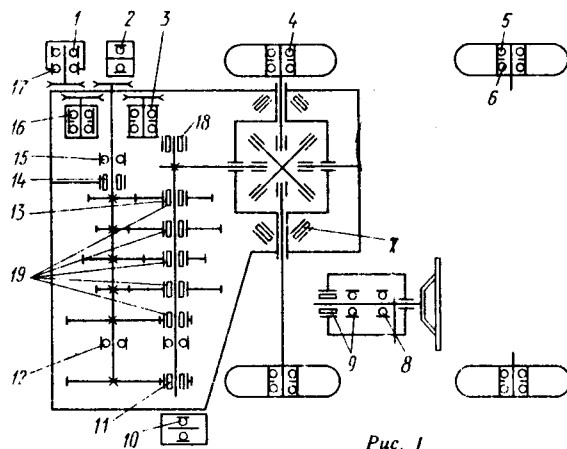


Рис. 1

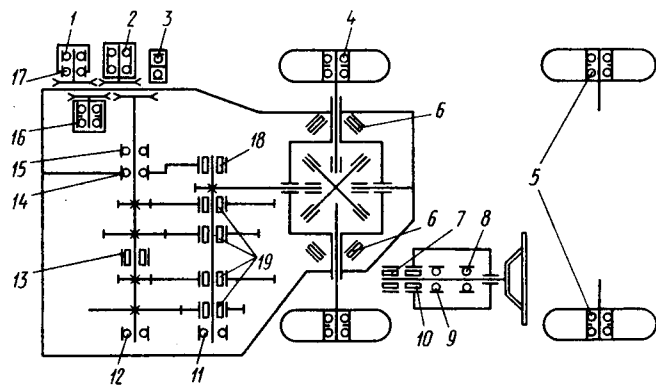


Рис. 2

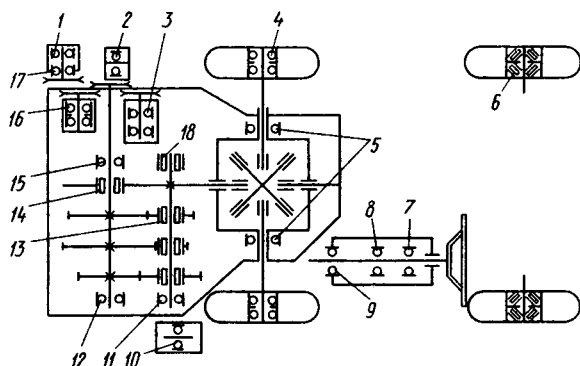


Рис. 3

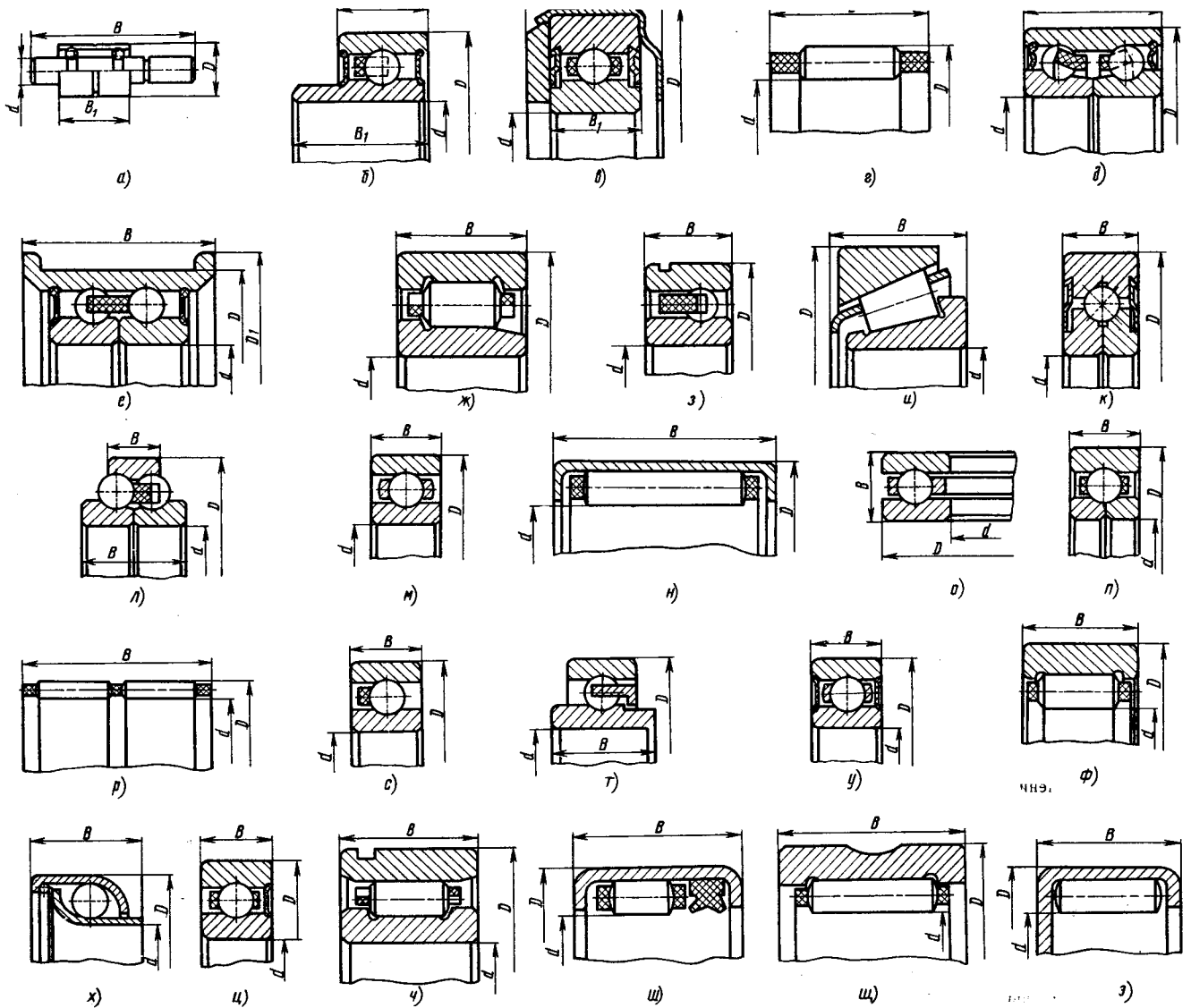


Рис. 4

Таблица 1

Позиции на рис. 1	Позиции на рис. 4	Место установки	Условное обозначение	Тип подшипника	Размеры, мм			Число на один автомобиль	Применение на других автомобилях
					d	D/D <sub>1</sub>	B/B <sub>1</sub>		
1	у	Задняя опора вала генератора	6-180201У1С9	Шариковый, радиальный, однорядный, с двусторонним уплотнением, жесточенными требованиями по уровню вибрации	12	32	10	1	Все модели ВАЗ, 3АЗ-1102
2	г	Распределитель зажигания	7690906	Шариковый, радиальный, однорядный	30	47	6	1	Все модели ВАЗ, АЗЛК-2141, 3АЗ-1102
3	е	Механизм привода газораспределения	6-256705Е1С9	Шариковый, радиально-упорный, двухрядный, с пластмассовым сепаратором и двусторонним уплотнением, ребрами на наружном кольце	25	55/62	28	1	ВАЗ-2105, ВАЗ-2107, ВАЗ-1111, АЗЛК-2141
4	д	Ступицы передних колес	6-256907Е1С17	Шариковый, радиально-упорный, двухрядный, разъемный, с двусторонним уплотнением, пластмассовым сепаратором	34	64	37	2	АЗЛК-2141, 3АЗ-1102
5	и	Дифференциал	6У-7207А	Роликовый, конический, однорядный, с жесточенным допуском на монтажную высоту, повышенной грузоподъемности	35	72	18,5	2	АЗЛК-2140
6	д	Ступицы задних колес	6-256706Е1С17	Шариковый, радиально-упорный, двухрядный, разъемный, с двусторонним уплотнением, с пластмассовым сепаратором	30	60	37	2	—
7	м	Опора вала рулевого управления	1000805	Шариковый, радиальный, однорядный	25	37	7	2	АЗЛК-2141

Позиция на		Место установки	Условное обозначение	Тип подшипника	Размеры, мм			Число на один автомобиль	Применение на других автомобилях
рис. 1	рис. 4				d	D/D <sub>1</sub>	B/B <sub>1</sub>		
8	с	Верхняя опора шестерни рулевого механизма	80-903E	Шариковый, радиальный, однорядный, с пластмассовым сепаратором	17,7	35	8	1	—
9	н	Нижняя опора шестерни рулевого механизма	604901EУС1Z	Роликовый, игольчатый, с наружным штампованным кольцом и пластмассовым сепаратором, повышенной точности	11,11	17,46	13	1	—
10	к	Верхняя опора стойки передней подвески	348702C23	Шариковый, упорно-радиальный, однорядный, с разрезным внутренним кольцом и двумя защитными шайбами, без сепаратора	12	52	14	2	—
12	з	Задние опоры первичного и вторичного валов коробки передач	6-50305A1E	Шариковый, радиальный, однорядный, со смещенным центром желобов колец, повышенной грузоподъемности, с пластмассовым сепаратором	25	62	17	1	—
11, 13, 19	г	Шестерни I, II, III, IV, V передач вторичного вала коробки передач	464706E1	Роликовый, радиальный, игольчатый, без колец, с пластмассовым сепаратором браслетного типа	32	37	27	5	—
14	ж	Передняя опора первичного вала коробки передач	66-42205AE	Роликовый, радиальный с короткими цилиндрическими роликами, пластмассовым сепаратором, повышенной грузоподъемности	25	52	15	1	ЗАЗ-1102
15	в	Серийный вариант сцепления	360106KC23	Шариковый, радиальный, однорядный, с двумя защитными шайбами, приставным кольцом, в кожухе	30	55	13/19,7	1	—
15	б	Перспективный вариант сцепления	6-520806EC23	Шариковый, радиальный, однорядный, с двумя защитными шайбами, выступающим внутренним кольцом, пластмассовым сепаратором	31	55	13/19	1	ВАЗ-1111, ЗАЗ-1102
16	а	Водяной насос системы охлаждения	6-330802EC17	Шариковый, радиальный, двухрядный, с валом вместо внутреннего кольца, двусторонним уплотнением, пластмассовым сепаратором	16	30	92/39	1	ЗАЗ-1102
17	у	Передняя опора вала генератора	6-180302У1С9	Шариковый, радиальный, однорядный, с двусторонним уплотнением, жесточенными требованиями по уровню вибрации	15	42	13	1	Все модели ВАЗ, ЗАЗ-1102
18	ж	Передняя опора вторичного вала коробки передач	66-42305AE	Роликовый, радиальный, однорядный, с короткими цилиндрическими роликами, пластмассовым сепаратором, повышенной грузоподъемности	25	62	17	1	—
—	о	Домкрат	8903	Шариковый, упорный	17,5	30	8,969	1	Все модели ВАЗ, ЗАЗ-1102

Таблица 2

Позиция на		Место установки	Условное обозначение	Тип подшипника	Размеры, мм			Число на один автомобиль	Применение на других автомобилях
рис. 2	рис. 4				d	D/D <sub>1</sub>	B/B <sub>1</sub>		
1	у	Передняя опора вала генератора	6-180502K1C9Ш1	Шариковый, радиальный, однорядный, с двусторонним уплотнением	15	35	15	1	АЗЛК-2141, ГАЗ-24
2	а	Водяной насос системы охлаждения (двигатель 2106-70)	6-330999C17	Шариковый, радиальный, двухрядный, с двусторонним уплотнением	16	30	115/39	1	ВАЗ-2101, ВАЗ-2103, ВАЗ-2106, ВАЗ-2107
3	т	Распределитель зажигания	7690906	Шариковый, радиальный, однорядный	30	47	7	1	Все модели ВАЗ, ЗАЗ-1102
4	д	Ступицы передних колес	6-256908E2C17	Шариковый, радиально-упорный, двухрядный, с двусторонним уплотнением и пластмассовым сепаратором	37	72	37	2	—
5	д	Ступицы задних колес	6-256907E1C17	Шариковый, радиально-упорный, двухрядный, с двусторонним уплотнением и пластмассовым сепаратором	34	64	37	2	ВАЗ-2108, ВАЗ-2109

Позиция на		Место установки	Условное обозначение	Тип подшипника	Размеры, мм			Число на один автомобиль	Применение на других автомобилях
рис. 2	рис. 4				d	D/D <sub>1</sub>	B/B <sub>1</sub>		
6	и	Дифференциал	6-2007108A	Роликовый, конический, однорядный	40	68	19	2	—
7	э	Карданный вал рулевого управления	904900	Роликовый, игольчатый, с одним наружным штампованным кольцом	10	16	10,45	8	ВАЗ-2101, ВАЗ-2103, ВАЗ-2105, ВАЗ-2106, ВАЗ-2107, ВАЗ-1111
8	ж	Колонка рулевого управления	1000805	Шариковый, радиальный, однорядный	25	37	7	1	ВАЗ-2108, ВАЗ-2109, ВАЗ-2105, ВАЗ-1111
9	ш	Задняя опора рулевого механизма	604703E	Роликовый, игольчатый, без внутреннего кольца, с односторонним уплотнением и пластмассовым сепаратором	17	23	15	1	—
10	м	Передняя опора рулевого механизма	101	Шариковый, радиальный, однорядный	12	28	8	1	—
11	л	Задняя опора вала главной передачи	6-866706E1	Шариковый, радиально-упорный, с разъемным внутренним кольцом и пластмассовым сепаратором	28	72	16/27	1	—
12	п	Задняя опора среднего вала коробки передач	6-126805E	Шариковый, радиально-упорный, однорядный, с пластмассовым сепаратором	25	62	17	1	АЗ-1102
13	щ	Средняя опора первичного вала коробки передач	6-254705E	Роликовый, радиальный, с длинными цилиндрическими роликами, без внутреннего кольца	25	37	17	1	—
14	у	Передняя опора первичного вала коробки передач	6-180502K1YC9	Шариковый, радиальный, однорядный, с двусторонним уплотнением	15	35	14	1	ВАЗ-2101, ВАЗ-2103, ВАЗ-2106, ВАЗ-2107
15	б	Сцепление	6-520907E3C23	Шариковый, радиальный, однорядный, с двумя защитными шайбами и пластмассовым сепаратором	37	62	21/14	1	—
16	е	Механизм привода газораспределения	6-256705E1C9	Шариковый, радиально-упорный, двухрядный, с пластмассовым сепаратором, двусторонним уплотнением, ребрами на наружном кольце	25	55/62	28	1	ВАЗ-2105, ВАЗ-1111, ВАЗ-2108
17	у	Задняя опора вала генератора	6-180603KC9Ш1	Шариковый, радиальный, однорядный, с двусторонним уплотнением	15	35	15	1	АЗЛК-2141, ГАЗ-24
18	ч	Передняя опора вала главной передачи	6-322209E2У	Роликовый, радиальный, однорядный, с пластмассовым сепаратором	45	85	19	1	—
19	г	Шестерни I, II, III, IV передач	464907E1	Роликовый, игольчатый, однорядный, с пластмассовым разъемным сепаратором	37	42	22	4	—

Таблица 3

Позиция на		Место установки	Условное обозначение	Тип подшипника	Размеры, мм			Число на один автомобиль	Применение на других автомобилях
рис. 3	рис. 4				d	D	B		
1	у	Передняя опора вала генератора	6-180302У1С9	Шариковый, радиальный, однорядный, с двусторонним уплотнением, жесточенными требованиями к уровню вибрации	15	42	15	1	Все модели ВАЗ
2	т	Распределитель зажигания	7690906	Шариковый, радиальный, однорядный	30	47	7	1	Все модели ВАЗ, АЗЛК-2141
3	ц	Натяжной ролик зубчатого ремня двигателя	6-160202E	Шариковый, радиальный, однорядный, с односторонним уплотнением, пластмассовым сепаратором	15	35	11	2	—
4	д	Ступицы передних колес	6-256907E1C17	Шариковый, радиально-упорный, двухрядный, разъемный, с двусторонним уплотнением и пластмассовым сепаратором	34	64	37	2	ВАЗ-2108, АЗЛК-2141, ВАЗ-2109
5	и	Ступицы задних колес (наружный)	6-137205A	Роликовый, конический, повышенной грузоподъемности	25	52	10,25	1	—

Позиции на		Место установки	Условное обозначение	Тип подшипника	Размеры, мм			Число на один автомобиль	Применение на других автомобилях
рис. 3	рис. 4				d	D	B		
6	и	Ступицы задних колес (внутренний)	6-7204A	Роликовый, конический, повышенной грузоподъемности	20	47	15,25	1	—
7	с	Дифференциал	6-207E1	Шариковый, радиальный, однорядный, с пластмассовым сепаратором	35	72	17	2	—
8	х	Опора вала рулевого управления	96904C17	Шариковый, радиально-упорный, однорядный, со штампованными наружными кольцами и стопорным кольцом, без сепаратора	19	32	15	1	—
9	м	Рулевой механизм	7000102	Шариковый, радиальный, однорядный	15	32	8	2	—
10	к	Верхняя опора стойки передней подвески	348702C23	Шариковый, упорно-радиальный, однорядный, с разрезным внутренним кольцом и двумя защитными шайбами, без сепаратора	12	52	14	2	ВАЗ-2108, ВАЗ-2109
11	с	Задняя опора вторичного вала коробки передач	6-305E1	Шариковый, радиальный, однорядный, с пластмассовым сепаратором	25	62	17	1	—
12	л	Задняя опора первичного вала коробки передач	6-126805E	Шариковый, радиально-упорный, однорядный, с разъемным внутренним кольцом и пластмассовым сепаратором	25	62	17	1	АЗЛК-2141
13	р	Шестерня I передачи вторичного вала коробки передач	664906E	Роликовый, игольчатый, двухрядный, без колец, с пластмассовым сепаратором	28	33	27	1	—
14	ж	Передняя опора первичного вала коробки передач	66-42205AE	Роликовый, радиальный, с короткими цилиндрическими роликами, пластмассовым сепаратором, повышенной грузоподъемности	25	62	17	1	АЗЛК-2141
15	б	Сцепление	6-520806EC23	Шариковый, радиальный, однорядный, с двумя защитными шайбами, выступающим внутренним кольцом, пластмассовым сепаратором	31	52	15	1	ВАЗ-2108, ВАЗ-2109
16	а	Водяной насос системы охлаждения	6-330802EC17	Шариковый, радиальный, двухрядный, с валиком вместо внутреннего кольца, двусторонним уплотнением, пластмассовым сепаратором	16	30	92	1	ВАЗ-2108, ВАЗ-2109
17	у	Задняя опора вала генератора	6-180201У1С9	Шариковый, радиальный, однорядный, с двусторонним уплотнением, жесточенными требованиями к уровню вибрации	12	32	10	1	Все модели ВАЗ
18	ф	Передняя опора вторичного вала коробки передач	6-292305AE	Роликовый, радиальный, однорядный, с короткими цилиндрическими роликами, пластмассовым сепаратором, без внутреннего кольца, повышенной грузоподъемности	35	62	17	1	—
19	е	Шестерни II и III передач вторичного вала коробки передач	464906E	Роликовый, игольчатый, однорядный, без колец, с пластмассовым сепаратором	32	37	13	4	—
—	о	Домкрат	8903	Шариковый, упорный	17,5	30	8,969	1	Все модели ВАЗ

ликовые подшипники со штампованными наружными кольцами и пластмассовыми сепараторами (рис. 4, и, ш), не нуждающиеся в обслуживании при эксплуатации.

Специальные шариковые радиально-упорные подшипники с ребордами на наружном кольце (рис. 4, е) были разработаны для механизма привода газораспределения двигателя. Они имеют двусторонние уплотнения, смазка закладывается при сборке подшипника.

В процессе разработки новых подшипников для всего семейства переднеприводных легковых автомобилей учитывалась возможность их унификации. В результате в отдельных узлах применены одни и те же подшипники. Так, подшипники насоса системы охлаждения двигателей автомобилей ВАЗ-2108 устанавливаются и в насосах автомобилей АЗЛК-2141 и ЗАЗ-1102, а подшипники ступиц передних колес автомобилей ВАЗ-2108 — в ступи-

цах задних колес автомобилей АЗЛК. На переднеприводных автомобилях используются и подшипники от ранее выпускавшихся моделей.

Как показали испытания и опыт эксплуатации, все новые подшипники способны обеспечить надежную работу подшипниковых узлов, но, разумеется, при соблюдении правил их монтажа и своевременном контроле состояния узлов. В частности, нужно иметь в виду: большинство новых подшипников — «закрытого типа, с двусторонним уплотнением», не смазываемые в процессе эксплуатации. А такие подшипники очень чувствительны к обращению с ними. Например, их ни в коем случае нельзя промывать в бензине или других жидкостях, рассчитывая, что после промывки они еще послужат. Это исключено. Вышедший из строя подшипник можно только заменить.

## Прогрессивные конструкции подшипников качения для современных грузовых автомобилей

Б. А. БОРЯХИН, И. С. СУДАКОВ

Создание новых семейств грузовых автомобилей повышенной грузоподъемности и ресурса потребовало от подшипниковой промышленности разработки новых конструкций и модернизации серийных подшипников. И такая работа проделана: автомобилестроители получили в свое распоряжение свыше 150 типоразмеров новых прогрессивных подшипников, в том числе конические роликовые с повышенными на 15—30 % динамической и статической грузоподъемностями; шариковые и роликовые радиальные, у которых эти же показатели улучшены на 10—30 %; подшипники, выполненные заодно с деталями автомобиля (например, подшипники водопомп автомобилей ВАЗ); малогабаритные бесконечные роликовые игольчатые, предназначенные для шестерен коробок передач и раздаточных коробок; подшипники повышенных классов точности, с регламентированными требованиями по моменту трения и повышенной износостойкостью рабочих поверхностей. Все они по своему техническому уровню соответствуют подшипникам, выпускаемым ведущими зарубежными фирмами.

Это, так сказать, общая картина состояния дел с подшипниками для современных грузовых АТС. Если же перейти к более детализированному рассмотрению, то она выглядит таким образом.

Возьмем подшипники ведущих мостов, раздаточных коробок передач и ступиц колес, т. е. наиболее нагруженные, работающие в условиях сложных радиальных и комбинированных динамических воздействий. Положение здесь, если его рассматривать с точки зрения наличия современных конструкций и отлаженности серийного выпуска, достаточно благополучное. Так, для узлов с преимущественно радиальными нагрузками разработаны и выпускаются 40 типоразмеров радиально-упорных конических роликоподшипников 7000А, у которых угол конуса наружного кольца равен 12—15°, а контакт роликов модифицирован.

Для узлов с преобладающими осевыми нагрузками есть радиально-упорные конические роликоподшипники 27000 (12 типоразмеров) с углом конуса наружного кольца 27 и 20° и модифицированным контактом роликов. При этом подшипники с углом конуса 20° наиболее оптимальны по своей осевой жесткости и долговечности узлов, где они применяются.

К числу новых относятся также радиально-упорные двухрядные конические роликоподшипники 97218А и 297308АКУ; радиальные роликовые подшипники с короткими цилиндрическими роликами (как с сепаратором, так и без него) и полным заполнением роликами (тип 102000), предназначенные для работы в узлах с высокими нагрузками и незначительными частотами вращения; игольчатые радиальные бесконечные подшипники с пластмассовым сепаратором (664913Е, 664916Е, 66480Е5, СЛ45538) и специальные, совмещенные с осью планетарного редуктора подшипники 2527/32Е5 и 664806Е, благодаря которым существенно снижена металлоемкость и улучшена компактность опор.

Вторая группа подшипников современных грузовых автомобилей — подшипники муфт выключения сцепления.

Известно, что эти узлы АТС работают в условиях высоких скоростей и температур, вибрации, несоосности, загрязненности, а их ремонт весьма и весьма трудоемок. Отсюда — стремление довести ресурс подшипников муфт до ресурса силовой установки. И задача решена. Для муфт сцепления разработаны два типа подшипни-

ков: 986811КС9 — закрытый шариковый радиально-упорный закрытого типа с отверстием для добавления смазки в процессе эксплуатации; 280114С23 (520114С23) — закрытый шариковый радиальный однорядный с разовой закладкой смазки и двумя защитными шайбами. Их испытания на ГАЗе, ЗИЛе и КамАЗе, а также английской фирмой «Отомоутив Продактс», показали, что они долговечны, надежны, способны, в отличие от серийных подшипников, самоцентрироваться в узле.

В настоящее время НПО «ВНИПП» работает над принципиально новой, еще более совершенной конструкцией самоцентрирующихся радиально-упорных подшипников со штампованными кольцами — неметаллоемких, простых в изготовлении, высокороботоспособных.

Третья группа — подшипники шарниров карданных передач. В ней тоже произошло практически полное обновление. В частности, ее основу теперь составляют игольчатые подшипники с одним наружным кольцом и увеличенной эффективной поверхностью контакта, сферическими торцами роликов, улучшенным смазыванием (смазкой № 158) и усиленными уплотнениями. Их — восемь типоразмеров, в том числе пять — повышенной грузоподъемности: 804704КЗС10, 804805К2С10 (804805К1С10), 804707КЗС10, 804807КЗС10 и 804709К5С10, семь (кроме 804704КЗ) имеют встроенные резиноармированные (перевёрнутые) одно- и двухкромочное уплотнения и торец доннышка кольца, позволяющий фиксировать подшипник в вилке при помощи крышки. Все типоразмеры можно применять как с дополнительным торцевым уплотнением, так и без него. Причем в первом случае долговечность карданных шарниров возрастает в 2—5 раз, что снимает вопрос о подшипниках как о деталях, лимитирующих работоспособность узлов карданных передач.

Четвертая группа новых подшипников — подшипники 704900У, 704902У (704902, 704902К6У) и 704702КУ2 для шарниров рулевого управления. Они — без встроенных уплотнений, с канавкой на кольцах для фиксации стопорными кольцами. Герметизируются при помощи пробковых и резиновых колец круглого или квадратного сечения. (Такая герметизация, конечно, хуже, чем в случае резиноармированных — радиального типа — одно- и двухкромочных уплотнений, но по условиям работы пока удовлетворяет требованиям узлов.)

Надо сказать, что конструкция шарнира, когда подшипник со стороны доннышка крепится стопорными кольцами, более технологична, чем при креплении крышками, менее трудоемка в изготовлении и позволяет автоматизировать сборку шарниров, регулировать осевой зазор и положение крестовины в шарнире, уменьшая тем самым дисбаланс, шум и динамические нагрузки на узел. Именно поэтому во ВНИППе продолжают работу над подшипниками, крепящимися в шарнирах стопорными кольцами. Это подшипники 804805УС10 (804805К4С10), 804707К5С10 и 804807К4С10 с монтажными фасками на наружных кольцах и высокой геометрической точностью расположения монтажных поверхностей. Создаются также подшипники с тонкими штампованными кольцами, динамическая грузоподъемность которых повышается, по сравнению с подшипниками, имеющими массивные кольца, на 20—40 %, а расчетная долговечность — в 2 раза. При этом металлоемкость таких подшипников ниже на 20—40, трудоемкость изготовления — на 20—30 %.

## Детали подшипников из композитов

Д. А. ШЕВЧАК, Н. И. СИМХОВИЧ

К настоящему времени создан значительный ассортимент полимерных материалов с наполнителями (композиционных материалов), обладающих широким диапазоном эксплуатационных свойств. Но первые из них появились давно — более трех десятков лет тому назад, и специалисты ГПЗ-11 сразу же заинтересовались ими как материалами, которые стоит попробовать для изготовления деталей подшипников качения. Изучив полимеры различных марок, а также опыт ведущих зарубежных подшипниковостроительных фирм, они пришли к выводу, что наиболее перспективным элементом конструкции, материал которого можно заменить на композит, является сепаратор низкооборотного радиально-упорного подшипника (рис. 1), устанавливаемого в рулевой колонке автомобилей МАЗ. На нем и остано-

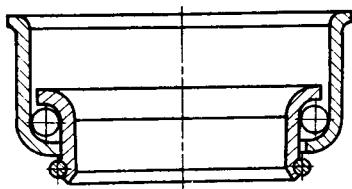


Рис. 1

Конструкторы вместе с технологами завода откорректировали конструкцию сепаратора — с учетом особенностей его получения из полиамида ПА6-210 литьем под давлением на термопласт-автоматах мод. ДБ-3328 за один цикл, т. е. без дальнейшей обработки.

Расчеты оправдались, и после совместных с Минским автозаводом стендовых, а затем ходовых испытаний подшипник 263706Е был запущен в производство.

Замена металла полиамидом и снижение в связи с этим трудоемкости изготовления сепаратора дали ГПЗ-11 и МАЗу значительный

экономический эффект; повысилась эксплуатационная надежность подшипникового узла. Поэтому в дальнейшем опыт использования полимеров как заменителей металла при изготовлении сепараторов подшипников распространился на высокооборотные и тяжелонагруженные подшипники серий 464000, 66400, 53000. Тем более что отечественная промышленность обеспечила такую возможность, освоив производство композиционных полиамидов с наполнением стекловолокном, детали из которых по своим эксплуатационным качествам не уступают стальным. Дело в том, что добавка стекловолокна в количестве  $27 \pm 3\%$  в полиамид значительно повышает механическую прочность последнего по отношению к действию кратковременных растягивающих и сжимающих нагрузок, сопротивление усталости при циклическом нагружении, сопротивление внедрению твердых частиц в агрессивных средах, а также делает материал непозлужим при длительной статической нагрузке, особенно при повышенных температурах (теплостойкость возрастает в 2,5 раза).

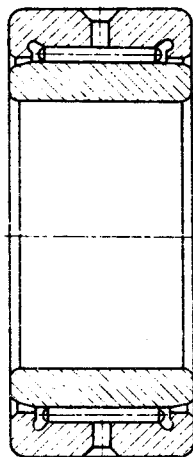


Рис. 2



Рис. 3

Перечисленные свойства стеклонаполненных полиамидов позволили ГПЗ-11 обеспечить выпуск игольчатых подшипников (рис. 2) диаметром 1—100 мм, а также перейти к выпуску шариковых радиально-упорных (рис. 3) и, наконец, двухрядных роликовых сферических подшипников (рис. 4) серии 53000 диаметром до 180 мм с сепараторами из композиционных материалов.

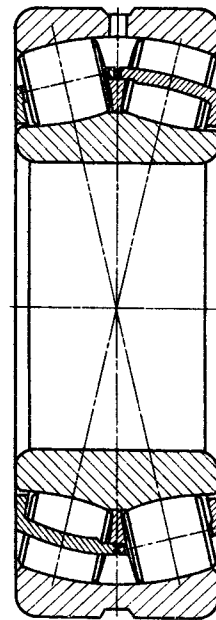


Рис. 4

В настоящее время ГПЗ-11 производит 4,5 млн. подшипников, перерабатывая на производственном участке около 100 т пластмасс. Экономический эффект за 1987—1988 гг. составил более 500 тыс. руб., экономия металла — 0,4 т. В перспективном плане НТП завода предусмотрено дальнейшее расширение выпуска подшипников с полимерными сепараторами, а также внедрение новых полимерных композиционных материалов, в том числе теплостойкостью до 520 К (250 °С). Но для этого нужно больше соответствующих композитов и оборудования, в частности, литьевых машин. Есть и другие проблемы, но решать их нужно — того требует время.

## Карданные подшипники становятся совершеннее

Б. А. ЯХИН, А. А. АНАТОЛЬЕВ

Одно из наиболее массовых изделий подшипниковой промышленности — карданные подшипники: их выпуск превышает 150 млн. шт. в год. В то же время они весьма разнообразны по конструктивному исполнению — в соответствии с разнообразием продукции автомо-

бильной и сельскохозяйственной промышленности.

Достаточно сказать, что, несмотря на относительно узкий (16—62 мм) диапазон размеров по наружному диаметру, в котором выпускаются наиболее распространенные карданные подшипники, и сравнительно небольшое (8—9) число их основных базовых

типоразмеров, общее число модификаций карданных подшипников достигает 50 (на базе отдельных типоразмеров создано от 4 до 10 модификаций).

Такое положение, понятно, создает определенные трудности в производстве подшипников и обеспечении ими потребителей. Поэтому специалисты подотрасли все чаще



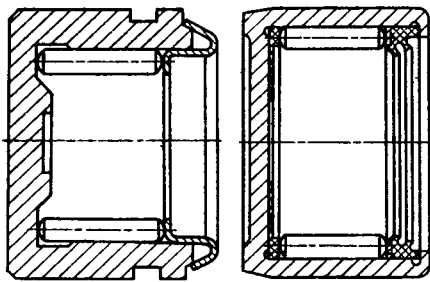


Рис. 1

Рис. 2

и настойчивее предлагают конструкторам транспортных средств создать гамму унифицированных подшипниковых узлов на базе унифицированного же ряда прогрессивных карданных подшипников, обладающих повышенной долговечностью.

Эти предложения, к сожалению, не нашли пока повсеместного отклика. Хотя сдвиги есть. В настоящее время в производстве находятся карданные подшипники, конструкции которых довольно близки и соответствуют показанной на рис. 1. Это подшипники с массивными кольцами из заготовок, полученных прессованием и токарной обработкой. После термообработки кольца проходят цикл шлифовальных операций, комплектуются телами качения, защитными или уплотняющими устройствами различных исполнений.

Однако у такого способа изготовления подшипников есть весьма существенный недостаток: трудоемкость. Так, выпуск подшипника серии 704702 (ГПЗ-1) занят свыше 80 ед. оборудования, 200 основных и вспомогательных рабочих (программа — 14 млн. подшипников в год). Кроме того, при рассматриваемом способе значительное количество металла уходит в стружку.

Это с технологической стороны дела. Но подшипник, приведенный на рисунке, имеет и конструктивные недостатки: он перетяжелен, толстостенное кольцо ограничивает возможность рационального использования «живого» сечения кольца для повышения грузоподъемности подшипника, настоятельная необходимость чего диктуется растущими требованиями увеличения долговечности карданных узлов, в первую очередь, в автомобилях и сельскохозяйственной технике.

Решить проблему грузоподъемности, как показывают исследования, можно. Для этого нужно создать гамму новых подшипников — со штампованными тонкостенными кольцами, не нуждающимися в дополнительной механической обработке. Их рабочие поверхности после упрочнения и термообработки до необходимой твердости приобретают гораздо более высокую долговечность, чем в случае механической обработки.

Принципиальная схема конструкции тонкостенного штампованного карданного подшипника приведена на рис. 2. Ее реализация в металле показала: штампованные карданные подшипники, имеющие тот же наружный диаметр, что и с кольцами, полученными токарной обработкой, действительно обладают большей грузоподъемностью. Они, кроме того, и на 25—35 % надежнее. Это достигается именно за счет утонения стенок наружных колец, что позволяет увеличить число тел качения и расположить их на дорожках большего диаметра. При этом увеличивается внутренний диаметр подшипника по телам качения (следовательно, и диаметр цапфы крестовины), повышая его прочность, а масса, наоборот, уменьшается (в среднем на 25—30 %).

Столь высокие технические и технологические преимущества штампованных карданных подшипников перед массивными — основание для постановки вопроса не только о реальном широком их внедрении взамен выпускаемой в настоящее время номенклатуры массивных подшипников, но и о разработке, освоении в производстве унифицированного ряда карданных шарниров повышенной работоспособности на их базе. И такая работа уже ведется, например, на ГПЗ-10. Но больше всех в этом направлении продвинулся коллектив ГПЗ-3: завод сейчас выпускает тонкостенные подшипники двух типов. Заготовки их колец получают из стальной ленты толщиной 2,25 мм на многопозиционных тихоходных прессах, затем подвергают химико-термической обработке для цементации поверхностного слоя кольца на глубину 0,25—0,4 мм.

Годовая программа выпуска подшипников составляет 4 млн. шт. Этого, конечно, мало. Их производ-

ство нужно переводить на автоматические роторные и роторно-конвейерные линии, имеющие неоспоримые преимущества перед традиционными способами изготовления продукции: способность к почти безграничному увеличению производительности, «мягкие» технологические режимы за счет применения гидравлического привода исполнительных органов и задействования множества инструментов. Главное же, такие линии, выполняющие самые различные операции (обработка давлением, заготовительные, термические, сборочные и др.), уже есть — они созданы в конструкторском бюро автоматических линий (КБАЛ). На их базе НПО «ВНИПП» совместно с КБАЛ и ГПЗ-3 прорабатывает идею организации комплексных автоматизированных участков по производству подшипников.

Пример планировки такого участка приведен на рис. 3. Здесь 1 — автоматическая роторная линия штамповки колец; 2 — транспортер-раздатчик; 3 — палета загрузки; 4 — термоциклический агрегат; 5 — палета 6 — палета выгрузки; 7 — транспортер-раздатчик; 8 — автомат высокочастотного отжига; 9 и 10 — автоматическая роторная линия сборки, консервации и упаковки подшипников; 11 — транспортер; 12 — контейнер для готовых изделий.

Заготовки (рис. 4, а) колец подшипников, полученные из ленты, пройдя фосфатирование, поступают на линию штамповки, где проходят (см. рис. 4) семь операций: первую и вторую вытяжки (поз. «б» и «в»), предварительную калибровку дна (поз. «г»), окончательные вытяжку (поз. «д») и калибровку дна (поз. «е»), отрезку (поз. «ж») и калибровку (поз. «з») беговой дорожки. Линия оборудована гидравлическим приводом исполнительных органов с усилием до 300 кН, автоматическим контролирующим устройством качества обработки (в случае появления брака отключаются только позиции бракованных изделий, а линия продолжает работать).

Термохимический агрегат выполняет операции насыщения, закалки, мойки и отпуска колец. Его производительность — 350—400 кг/ч, такт выдачи кассет — 10—15 мин (по производительности

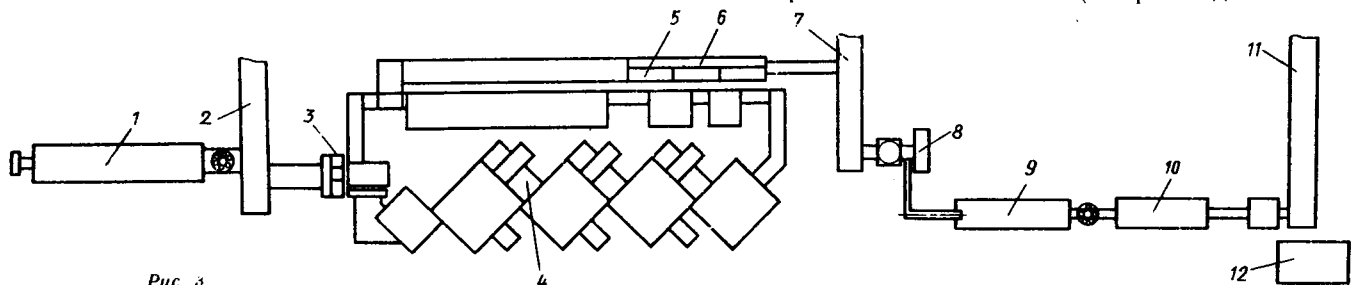


Рис. 3

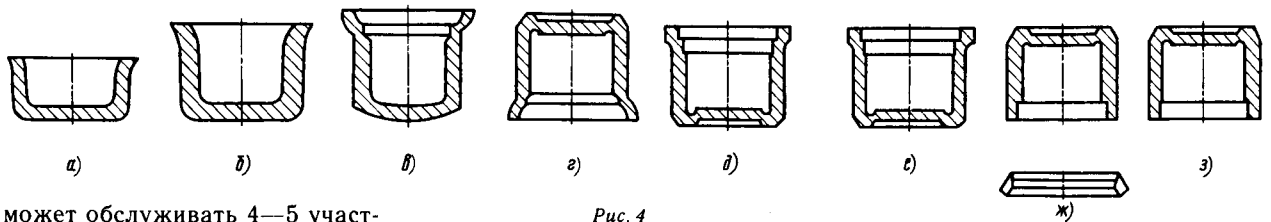


Рис. 4

он может обслуживать 4—5 участков одновременно).

Роторный автомат высокочастотного отпуска выполняет отжиг верхней части кольца для последующей его подгибки на операции сборки подшипника.

На автоматической роторной линии сборки в подшипник устанавливается упорная шайба, вводится смазка, вставляются ролики и контролируется качество их установки, закладывается уплотнение и подгибается верхняя часть кольца.

Готовые подшипники упаковываются в парафинированную бумагу.

Производительность упаковочных роторных линий — 120—160 шт./мин.

Все оборудование участка объединено в технологический комплекс автоматическими межлинейными транспортными системами, передающими и распределяющими детали между оборудованием как в продольном, так и в поперечном (по отношению к оси «вход заготовки — выход готового подшипника») направлениях комплекса, а также на другие комплексы.

В дальнейшем линии и транспортные системы предусмотрено оснастить информационными датчиками, регуляторами, программными устройствами, которые совместно с управляющим вычислительным комплексом обеспечат автоматическое управление ходом технологического процесса производства подшипников.

Очевидно, что на базе 5—6 участков может быть создан цех-автомат, управляемый автоматизированной системой. Но даже в случае одного участка его возможности не исчерпываются сказанным выше. Например, группируя на одной автоматической роторной линии детали, близкие по размерам и технологии изготовления, можно обрабатывать несколько размерных групп подшипников. Для этого позиции ротора нужно оснастить различными инструментальными блоками.

Уже опытная эксплуатация линий на основе роторной техники

показала, что создание комплексных автоматизированных производств для выпуска карданных и различных конструкций игольчатых подшипников на их базе позволяет в 10—20 раз повысить, по сравнению с действующим производством, производительность труда. Так, для выпуска 14 млн. подшипников серии 704702 при обычной технологии нужно свыше 200 основных и вспомогательных рабочих, а в новом производстве достаточно бригады из 7 человек, которая благодаря высокой производительности (20—26 млн. шт./год) может обслуживать еще 2—3 таких участка. Кроме того, в 10—15 раз сокращаются транспортные перемещения изделий, а длительность производственного цикла и занимаемые оборудованием площади — соответственно в 20—30 и 6—7 раз. Экономический эффект от ввода только одного участка составит не менее 18 млн. руб. в год.

УДК 621.822.6.004

## С УЧЕТОМ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ПОДШИПНИКОВЫМ УЗЛАМ

В. А. ЛАПЕНКО

Стремление многих предприятий машиностроения повысить качество продукции, ее конкурентоспособность на мировом рынке, добиться соответствия новых изделий самым строгим требованиям потребителей, обеспечивающим научно-технический прогресс, ставит перед специалистами подшипниковой промышленности задачу создания новых конструкций подшипников, применения оригинальных технических решений, современных материалов и технологий. Это — с одной стороны. С другой же, переход предприятий на новые экономические формы управления, самоокупаемость и хозяйственный расчет потребовал и новых, экономически более целесообразных принципов организации производства подшипников.

Так, многолетний опыт использования подшипников в узлах и механизмах, не требующих точного вращения, показал правильность принципа, согласно которому для таких целей нужно создавать подшипники упрощенных конструкций. Это шариковые радиально-упорные без колец и со штампованными кольцами, карданные и шарнирные, шариковые и роликовые классов точности 8 и 7, ряд других подшипников. Условие выпуска таких подшипников единственное: удовлетворить конкретные технические требования конкретного потребителя. И даже для машин и механизмов очень высокого технического уровня (электродвигатели, вычислительная и видеотехника, приборы точной механики) можно, как показывает отечественная и зарубежная практика, применять под-

шипники в универсальном исполнении, но изготавливаемые по параметрам дорожек и тел качения на уровне прецизионных классов точности (за исключением посадочных мест, исполняемых по классу 6). Между тем создатели объектов высокого технического уровня идут на такую замену явно неохотно. Более того, анализ свидетельствует, что еще большое количество дорогих подшипников эксплуатируется там, где их точность не может быть рационально использована. Это приводит к фактически неоправданным затратам на их производство. Чтобы их избежать, было введено разделение подшипников на три (А, В, С) категории в зависимости от их назначения и условий применения. Сейчас эти категории узаконены в ГОСТ 520-89 «Подшипники качения. Общие технические условия», вступившем в действие с 01.01.90 г.

К категории А он относит подшипники классов точности 5, 4 и 2Т, улучшенные по тем или иным показателям. Например, подшипники модификаций ШЗ, Ш4 и Ш5 выполняются с более низким максимально допустимым уровнем вибрации; все модификации ограничиваются по допустимым волнистости и отклонению поверхностей качения от круглости; у части, кроме того, регламентирован угол контакта, у части — угол контакта и момент трения; у части — осевое или (и) радиальное биение должно соответствовать следующему (более высокому) классу точности; у части к последним из названных ограничений могут добавляться ограничения на момент

трения или (и) угол контакта. Всего различных сочетаний набирается 16.

К категории В относятся те же подшипники, но с менее жесткими, чем для категории А, ограничениями и меньшим (всего 9) числом вариантов их сочетаний. Так, если в категории А по волнистости и отклонению поверхностей имели ограничение 15 из 16 модификаций, то в категории В — одна. Ограничения у большинства модификаций (за исключением трех: по волнистости и отклонению от круглости, осевому и радиальному биениям, а также по моменту трения и углу контакта) касаются одного показателя: биения в одном направлении, угла контакта или момента трения. Правда, в этой категории есть и ограничение, которого нет в категории А: по высоте, монтажной высоте и ширине колец.

Очень много типов подшипников относится к категории С. Это шариковые и роликовые классов точности 8, 7, 0, 6, к которым не предъявляются требования по уровню вибрации, моменту трения и другие дополнительные требования, регламентируемые у подшипников категорий А и В; все подшипники, изготавливаемые в соответствии с ограничениями ГОСТ 4060-78 («Подшипники роликовые иглообразные с одним наружным штампованным кольцом»); ГОСТ 3635-78 («Подшипники шарнирные. Технические требования»), а также ОСТ 37.006.002-76 («Подшипники роликовые с витыми роликами. Типы и основные размеры. Технические требования») и ОСТ 37.006.003-76 («Подшипники шариковые и роликовые отремонтированные. Технические требования»); подшипники, соответствующие требованиям одного из 17 следующих ТУ: 37.006.042-81 («Подшипники шариковые упорно-радиальные многорядные, применяемые в опорах узлов турбобуров и винтовых забойных двигателей»), 37.006.045-77 («Подшипники шариковые радиально-упорные без колец»), 37.006.052-80 («Подшипники шариковые радиально-упорные однорядные со штампованными кольцами»), 37.006.065-74 («Подшипники роликовые иглообразные карданные»), 37.006.071-75 («Подшипники крупногабаритные роликовые упорные сферические для регенеративных вращающихся воздухоподогревателей энергоблоков тепловых электростанций»), 37.006.074-84 («Подшипники роликовые с витыми роликами с наружным разрезным кольцом»), 37.006.079-88 («Подшипники шарнирные с внутренним кольцом из капрона»), 37.006.084-77 («Подшипники шариковые радиальные однорядные со сферической посадочной поверхностью наружного кольца с уплотнениями»), 37.006.088-78 («Подшипники-катки для тележек и кареток грузонесущих и толкающих конвейеров»), 37.006.109-82 («Подшипники шариковые радиальные однорядные с уплотнениями со сферической или цилиндрической поверхностью наружного кольца с квадратным или шестигранным отверстием внутреннего кольца»), 37.006.111-81 («Подшипники-катки шариковые и роликовые для грузоподъемных механизмов автомобильных и электрических погрузчиков»), 37.006.115-83 («Подшипники шариковые для линейного перемещения»), 37.006.129-84 («Подшипники качения роликовые с длинными цилиндрическими роликами»),

37.006.137-85 («Подшипники роликовые радиальные типа 982 807М»), 37.006.143-85 («Подшипники шариковые радиальные однорядные с твердосмазочным заполнителем»), 37.006.144-85 («Подшипники роликовые иглообразные с одним наружным штампованным кольцом»), 37.006.158-88 («Подшипники качения для опор роликов ленточных конвейеров и рольгангов общего назначения»), подшипники, на которые отсутствуют стандарты или технические условия, а технические требования содержатся в конструкторских документах.

Конкретные величины дополнительных технических требований установлены в трех ТУ (37.006.152-89 «Подшипники качения. Подшипники категории А. Технические условия»; 37.006.153-89 «Подшипники качения. Подшипники категории В. Технические условия»; 37.006.154-89 «Подшипники категории С. Технические условия»), которые вводятся с 01.01.90 г.

Узаконивание категорий подшипников потребовало изменения их условных обозначений. Это сделал ГОСТ 520-89. В соответствии с ним перед условным обозначением подшипника категорий А и В ставится соответствующая буква (например, «А125-3 000 205», «В0-205»). На категории С буква не указывается («205», «6-205», «8-306»). Дополнительные технические условия подшипников категорий А и В имеют также свои условные знаки, которые проставляются перед знаком категории (например, подшипники с повышенными требованиями по радиальному биению обозначаются так: «2А4-201», «2В0-7517»; подшипники с регламентированным или с повышенным регламентированным уровнем вибрации имеют условный знак Ш с цифрой или без нее (Ш, Ш1, Ш2, Ш3, Ш4, Ш5) в конце (например, «В6-405Ш1», «В0-42205КМШ», «В5-306Ш2», «А5-7606К1Ш3», «А4-2314КМШ4»).

ГОСТ 520-89 по техническим требованиям к подшипникам полностью соответствует международным стандартам ИСО 492-86, ИСО 199-79, СТ СЭВ 774-85 и в то же время дополнительно устанавливает методы контроля, правила приемки, маркировки, упаковки, транспортирования и хранения подшипников, содержит указания по их применению и эксплуатации, а также гарантии изготовителя.

Комплект новых технических документов (ГОСТ 520-89 и технические условия на категории подшипников), введенных в 1990 г., позволит изготавливать для народного хозяйства подшипники с шестью нормами уровня вибрации, регламентированными в трех полосах частот. Кроме того, появится возможность выпускать подшипники с различными дополнительными техническими требованиями (23 варианта), без дополнительных требований, упрощенных конструкций и со сниженными техническими требованиями.

Такая многовариантность требований к одним и тем же подшипникам дает возможность удовлетворить практически любые потребности, но не решает вопрос экономически целесообразных затрат на их производство без пересмотра цен на подшипники: цены не всегда выгодны как заказчикам, так и изготовителям подшипников.

УДК 621.822.6.001.63:658.512.2.011.56

## РАЗВИТИЕ САПР КОНСТРУКЦИЙ ПОДШИПНИКОВ

Д-р техн. наук Л. В. ЧЕРНЕВСКИЙ, кандидаты техн. наук П. А. ИЛЮХИН, В. Ф. СВИРИДЕНКО, канд. физ.-мат. наук А. А. СПЕКТОР

В объединении разработана система автоматизированного проектирования «Подшипник» (САПП), предназначенная для подготовки конструкторской и технологической документации. Она включает в себя две группы проектирующих подсистем — для проектно-конструкторских работ и для технологической подготовки производства.

16 Первую группу образуют три подсистемы: расчета

параметров и автоматизации получения конструкторской документации на подшипники (ПС РАПКД), дающая возможность выполнять эти операции для 70 % ныне существующих типоразмеров подшипников; анализа качества и долговечности подшипников (ПС АКД); анализа применимости и выбора подшипников (ПС АПВП). Во вторую группу входят тоже три подсистемы: проектирования маршрутной и операционной

технологии; проектирования оснастки и инструмента; автоматизированной подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ.

Есть в САПРП, разумеется, и обслуживающие подсистемы. Их три: мониторинговая (управляющая вычислительным процессом); ведения и сопровождения базы данных; машинной графики.

Реализуется САПРП через взаимосвязанную совокупность компонентов обеспечения (математического, программного, информационного, методического, лингвистического, технического, организационного), ориентированных на автоматизацию проектирования подшипников и технологии их изготовления. Все компоненты обеспечивают интегрированность САПРП при решении взаимосвязанных задач конструкторской и технологической подготовки производства. Использование при этом общих или совместимых технических средств, сходных методов моделирования, составления чертежей и графиков и общей базы данных является необходимым условием обеспечения эффективности системы.

Подсистема РАПКД решает четыре задачи: выбор и выполнение различных конструкторско-расчетных работ (расчет геометрических параметров, технических требований к подшипникам и их коррекцию, вывод результатов расчета на печать, расчет геометрических изображений и вывод чертежей на графопостроитель или графический дисплей); выявление по условным обозначениям подшипников или их деталей готовых файлов расчетных данных для перечисленных выше работ; диалог конструктора с ЭВМ с изменением при необходимости последовательности выполнения операций; получение полностью оформленных комплектов чертежей подшипников и их деталей.

Информационное обеспечение осуществляется при помощи базы данных ведения конструкторской документации (БД ВКД), которая хранит сведения по всем параметрам подшипников и их деталей, содержащихся на чертеже, основным характеристикам подшипника и данные нормативно-технической документации.

Расчет геометрических параметров и технических требований ведется в соответствии с нормальными подшипниковой промышленности. При этом есть возможность оптимизации внутренней геометрии подшипника для конкретных эксплуатационных условий — так, чтобы параметры этой геометрии удовлетворяли выбранному критерию оптимизации (максимальная долговечность, минимальные энергопотери и контактные напряжения и т. д.), а также системе ограничений, задаваемых потребителем и отражающих основные факторы, которые определяют работоспособность подшипника в данных условиях.

При оптимизации подшипников для ГТД с учетом условий применения во внимание принимаются: осевая (радиальная) нагрузка, частота вращения подшипника, вязкость смазки и интенсивность ее прокачки, температура внешней среды. Накладываемые на подшипник ограничения связаны с величинами осевого и радиального зазоров, невыходами шариков на бортики и двухточечным контактом на рабочем режиме. При проведении оптимизации используется комплекс программ по расчету характеристик работоспособности подшипника.

Проектирование подшипников в ПС РАПКД предполагает активное взаимодействие проектировщика с ЭВМ. Расчет параметров подшипников является хорошо структурированной задачей, большая часть операций которой может быть формализована и выполняться на ЭВМ. Однако некоторые параметры подшипника в соответствии с конкретной ситуацией могут в процессе диалога с ЭВМ быть изменены. Кроме того, диалоговый режим дает возможность пользователю постоянно контролировать ход проектирования, корректировать его и принимать самостоятельные решения согласно получаемым результатам. Иными словами, диалоговая

организация вычислительного процесса хотя и уменьшает степень его автоматизации, зато повышает его гибкость.

Для диалога используется техника «меню», т. е. набор конкретных процедур или операций проектирования, имеющих код, по которому пользователь может вызвать их из памяти ЭВМ.

Результат работы ПС РАПКД — комплект конструкторской документации, оформленной в соответствии с требованиями ГОСТов.

Подсистема АПВП может решать четыре задачи: выбирать подшипники на основе анализа результатов их испытаний и опыта применения данных о цене и плане производства, а также расчетов как самих подшипников, так и подшипниковых узлов; выдавать данные, необходимые для принятия решения о разработке нового подшипника или выборе из числа существующих, а также оперативные справки из архива о применении подшипников в конкретных узлах изделий, об условиях и режимах работы подшипников; рассчитывать подшипниковые узлы.

Исходной информацией для этой подсистемы служат требования на применение подшипников в заданных узлах.

Подсистема АКД предназначена для систематического накопления, хранения и оперативного использования информации о качестве и долговечности подшипников по результатам заводских испытаний. При этом качество оценивается по отношению числа подшипников, имеющих отклонение от норм, к общему числу проверенных подшипников, а соответствие фактической их долговечности расчетным нормам — путем испытания на стендах. (Диаграммы качества и долговечности подшипников могут быть получены по заводам и типам подшипников, классам точности, размерным группам, материалам, ТУ на изготовление и т. д.)

Подсистемы второй группы решают свои специфические задачи.

Так, у подсистемы автоматизированного проектирования маршрутной и операционной технологии их три: формирование исходной информации по типовым технологическим процессам для основных конструктивных групп и размерных диапазонов подшипников качества (разработка формализованного языка применительно к специфике подшипниковой промышленности); определение критериев выбора типового маршрута обработки или проектирование нового маршрута обработки; автоматизированное проектирование технологических операций (кузнечно-штамповочных, автоматноточарных, термических, шлифовальных и доводочных). При их решении используются математические модели в виде структурно-схемных отношений, которые отражаются функциями характеристик деталей подшипников (конфигурация, размеры, точность обработки и пр.), функциями обобщенного технологического опыта и хорошо зарекомендовавших себя на практике технологических решений.

Для эффективной работы всей интегрированной системы САПРП необходима организация данных, основанная на моделях объектов проектирования и реализуемая средствами системы управления базами данных (САБД). Учитывая необходимость децентрализованной обработки данных, целесообразно использовать распределенные (оперативные) базы данных для хранения промежуточной информации и основную (центральную) базу данных для хранения исходной информации, а также конечных результатов проектирования и другой общесистемной информации.

САПРП рассчитана на поэтапное развитие. При ее полной реализации она превратится в вычислительно-экспертную систему, способную решать оперативные и перспективные задачи конструкторской и технологической подготовки производства подшипников качества.

УДК 621.822.6-192

## ЧТОБЫ ПОДШИПНИКИ РАБОТАЛИ НАДЕЖНО И ДОЛГО

Н. М. ОРЛОВ, В. А. КУЗЬМИНОВ

Работы по совершенствованию конструкций и технологий изготовления подшипников (а они систематически ведутся в подотрасли) преследуют одну цель: повышать качество, надежность и долговечность работы, ресурс узлов и агрегатов машин и механизмов, в том числе автотранспортных средств. Они связаны с модернизацией выпускаемой номенклатуры подшипников, но еще в большей степени — с созданием и освоением выпуска новых их конструкций, наиболее полно соответствующих конструкциям новой автомобильной техники. Но не меньше внимания уделяется подшипниковыми заводами автоматизации технологических процессов, которая тоже, в конечном счете, работает на повышение технического уровня и качества подшипников.

Однако надежность и долговечность работы подшипников качения в узлах автомобилей зависит не только от решений и усилий, предпринимаемых конструкторами и технологами заводов-изготовителей.

Не в меньшей мере влияют на них и решения конструкторов автомобильной техники (правильность выбора типоразмера подшипника, обеспечение соосности посадочных мест, условия смазки, надежность защиты от попадания пыли и влаги и т. д.).

Очень сильно сказывается на долговечности и надежности подшипников качество эксплуатации (правильность демонтажа и монтажа подшипников, своевременность и качество выполнения регламентных работ). Причем нарушения правил эксплуатации могут, как свидетельствует многолетний опыт, свести на нет результаты усилий специалистов и подшипниковых, и автомобильных заводов.

Известно, что в процессе эксплуатации подшипниковые узлы автомобилей нужно систематически контролировать, выполнять работы по их смазке, проверке крепления, а в необходимых случаях и регулированию подшипников. Тем не менее на практике часто встречаются случаи перегрева подшипникового узла, неравномерного вращения, повышенного шума подшипников, выброса рабочей смазки. Причины хотя и всем известны, повторяются: перетяжка подшипников при их регулировании; отсутствие или избыток смазки в узле; перекосы подшипников из-за несоосности (выработки) посадочных поверхностей вала и корпуса или неправильно проведенного монтажа; чрезмерный износ или разрушение деталей; трение сопряженных с подшипниками уплотнений, шайб и др.; загрязнение подшипника во время монтажа и т. д.

Такого рода дефекты обнаруживаются легко, а конкретные их причины (следовательно, и способы устранения) устанавливаются гораздо труднее. Поэтому на некоторых из них остановимся подробнее.

Выброс смазки из подшипникового узла чаще всего является результатом изнашивания, повреждения уплотняющих устройств, избытка смазки или ее расплавления вследствие перегрева подшипникового узла. И особенно часто — из-за ошибок при монтаже подшипника.

Этих ошибок можно избежать, если руководствоваться простейшими правилами, применять приемы работы, исключающие повреждения подшипников и сопряженных с ними деталей.

Так, при выпрессовке подшипника из корпуса усилие прикладывается к торцу наружного, а при снятии подшипника с вала — внутреннего кольца, потому что передача усилий через тела качения наносит им, как правило, большой вред. Нельзя прикладывать усилие и к внут-

ренней поверхности бортиков колец подшипника, его сепараторам. Демонтаж подшипника всегда начинается со снятия того кольца (внутреннего или наружного), посадка которого менее плотная. Сама эта операция выполняется при помощи приспособлений (винтовых и гидравлических съемников); во многих случаях не обойтись без гидравлического или винтового пресса, а также подкладных демонтажных колец или полуколец, упорных крышек и т. д.

Иногда для облегчения демонтажа подшипников, установленных на валу с натягом, их подогревают (до температуры не выше 373 К, или 100 °С) при помощи предварительно нагретого масла или специального индуктора. При подогреве следят, чтобы горячее масло попадало только на внутреннее кольцо подшипника, а не на вал (вал закрывают ветошью, бумагой и т. д.). Чтобы безошибочно уловить момент наибольшего ослабления посадки подшипника, перед началом поливки горячим маслом захватывают его съемником и, завернув с усилием винт последнего, создают определенный натяг. Когда внутреннее кольцо нагреется и посадка ослабнет, упругие силы съемника сдвинут с места кольцо подшипника.

По окончании демонтажных работ и разборки узла подшипники и детали узла очищают от грязи, старой смазки и продуктов изнашивания, тщательно промывают в горячем (360—380 К, или 90—110 °С) минеральном масле. Промывка идет особенно эффективно, если подшипники периодически встряхивать, а по возможности и проворачивать кольца подшипника одно относительно другого. Промывают подшипники также в бензине, добавляя к нему 5—8 % минерального масла, или в керосине.

Если старый смазочный материал и продукты окисления и изнашивания сильно уплотнились и при промывке полностью не удаляются, рекомендуется кипятить подшипники в водных растворах моющих средств (мыло, сода и др.), но применять хлорированные растворители (дихлорэтан, трихлорэтан и др.) не следует, так как они вызовут коррозию.

Промытые и высушенные подшипники вращать не рекомендуется — их нужно сначала смазать легким минеральным маслом, которое не мешает визуально оценить состояние деталей.

Подшипники с уплотнениями, защитными шайбами или кожухами, заполненные рабочими смазками на заводе-изготовителе, промывке не подлежат — у них только тщательно протирают наружные поверхности и смазывают сверху легким минеральным маслом.

Промытые подшипники подвергаются визуальному и метрологическому контролю. При наличии разрушений, сколов, трещин на кольцах и других деталях они выбраковываются. Не подлежат дальнейшему использованию и подшипники со значительным износом или дефектами (выкрашивание, питтинг, коррозия) на рабочих поверхностях дорожек качения колец, шариках или роликах.

Дефекты в виде незначительных забоин, риск или следов коррозии на нерабочих или монтажных поверхностях не являются основанием для отбраковки, но должны удаляться.

Теперь о зазорах в подшипнике.

В узлах, где подшипники регулируемые, увеличенный зазор устраняют подбором регулировочных прокладок или подтягиванием регулировочных гаек; нерегулируемые подшипники при большом зазоре меняют.

Один из дефектов, связанных с зазорами, — заедание

при вращении. Если оно не устраняется после промывки и смазывания легким минеральным маслом, подшипник выбраковывается.

Очень много дефектов подшипниковых узлов связано с ошибками их сборки и последующего регулирования натяга. Поэтому перед началом монтажа подшипников проверяют состояние посадочных мест валов и корпусов по их размерным параметрам и шероховатости поверхности: они должны быть чистыми, без заусенцев, забоин, царапин, вмятин и очагов коррозии, с пригнутыми кромками, иметь фаски на краях вала и корпуса, облегчающие установку подшипников. Смазочные каналы и отверстия на валу и в корпусе очищают и продувают. Монтаж облегчается, если посадочные поверхности покрыты тонким слоем рабочей смазки.

Подшипники с разъемными кольцами (роликовые радиальные или конические) нельзя менять частями — только комплектом (наружное и внутреннее кольца вместе с роликами).

При монтаже подшипников на вал усилие прикладывается только к внутреннему кольцу, при монтаже в корпус — к наружному.

Для монтажа подшипников с натягом на короткий вал (характерно для большинства подшипниковых узлов автомобилей) применяется один из двух следующих способов.

При первом вал устанавливают неподвижно и на него напрессовывают подшипник. Делается это при помощи прессы и монтажного стакана, внутренний диаметр которого несколько больше посадочной поверхности шейки вала, а торец ровно подрезан. Для некоторых подшипниковых узлов — таких, например, как дифференциал заднего моста, роль стакана играет специальная оправка с центрирующим выступом, входящим в отверстие шестерни и способствующим тем самым устранению возможных перекосов при монтаже подшипника. При втором способе подшипник устанавливают неподвижно, упирая торец внутреннего кольца в выступ подкладного монтажного кольца.

При установке подшипников на вал особое внимание уделяют соосности расположения посадочных поверхностей: перекосы внутреннего кольца относительно вала затрудняют установку подшипника и приводят к образованию задиров на шейке вала или посадочной поверхности внутреннего кольца, а иногда и к разрыву этого кольца.

В случае отсутствия необходимого оборудования допускается как исключение запрессовка в вал подшипников небольших размеров при помощи молотка и монтажного стакана, имеющего сферическую заглушку (такая форма заглушки способствует равномерному распределению усилия запрессовки по торцевой поверхности кольца).

Для исключения повреждения поверхности дорожек качения колец при установке в корпус наружных колец разъемных подшипников поверхности центрирующих выступов оправок должны быть шлифованными, не иметь заусенцев, забоин и острых кромок.

При необходимости установки подшипника с натягом на вал и в корпус одновременно применяют специальные оправки или монтажные стаканы с фланцами, имеющими кольцевой паз и торцевые опорные поверхности, исключающие передачу усилий запрессовки через тела качения, а также задевание за сепаратор и его повреждение при монтаже подшипников. Для уменьшения усилия запрессовки монтаж проводится с нагревом. При установке на вал подшипники (кроме направленных смазкой на заводе) нагревают в ванне с минеральным маслом; при установке в корпус подогревают корпус.

В подшипниковые узлы, в которых рабочей является пластичная смазка, ее направляют в количестве 0,25—0,5 свободного объема внутренней полости узла.

Завершается монтаж подшипниковых узлов регулированием подшипников регулируемого типа, установкой уплотняющих и защитных устройств и креплением подшипников в узле. При этом внутренние зазоры регулируют при помощи набора регулировочных прокладок, гаек или винтов (в зависимости от конструкции узла). Для правильной самоустановки деталей подшипники в процессе затяжки гайки проворачивают. Следует помнить, что для нормальной работы подшипников необходимо обеспечивать внутренний зазор в пределах, установленных для данного узла, потому что его уменьшение (особенно) или увеличение ведет к преждевременному разрушению подшипников, а иногда и всего узла.

После регулировочных работ устанавливают уплотняющие устройства (сальники, грязеотражатели, защитные кожухи, шайбы и т. д.) и крепят подшипники, следя за тем, чтобы упорные фланцы и крышки, стопорные кольца, подкладные шайбы или упорные втулки плотно и равномерно прилегали к торцевым поверхностям колец подшипников.

## ОТВЕТЫ НА ПИСЬМА ЧИТАТЕЛЕЙ

УДК 629.114.4-233.2

### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ

Б. А. ВЯХИН, И. С. ИСУДОВ

Значительная часть применяемой в автомобилях номенклатуры подшипников имеет специфические дополнительные требования по точностным параметрам, конструктивным особенностям, маркам смазок в подшипниках закрытого типа, радиальным зазорам и т. д. Эти особенности отражены в условных обозначениях, которые обычно содержат основную группу знаков по ГОСТ 3189-75 и две дополнительные группы: одну — слева от основной части, вторую — справа от нее.

Основная группа содержит до семи цифровых знаков. Четыре из них (первый, второй, третий и седьмой, считая справа налево) — это код габаритных размеров подшипника; один (четвертый) определяет тип подшипника; два (пятый и шестой) фиксируют конструктивное разнообразие исполнения подшипников конкретного типа в заданных габаритных размерах.

Группа дополнительных знаков (цифры и буквы), стоящая слева от основных знаков, отделяется от них

«Подшипник — деталь, которая, выйдя из строя, ставит автомобиль «на прикол». Но нужный, как известно, найдешь не всегда. Поэтому хотелось бы знать, как шифруют (обозначают) подшипники, чтобы по номеру подобрать взаимозаменяемый с отказавшим (или хотя бы близкий к нему)»

И. А. Александров, г. Калуга

черточкой. В нее может входить до четырех знаков. Первый из них (тоже считая справа налево) обозначает класс точности подшипника. Таких классов семь: 0, 6X, 6, 5, 4, 2, Т (0 — самый низкий, Т — самый высокий, причем символ 6X используется только для конических роликоподшипников, а Т — для радиальных шариковых и роликовых). Второй знак (цифры 0, 1, 2 и т. д.) — обозначение ряда радиального зазора; третий (тоже такие же цифры) — ряда момента трения подшипника; четвертый — категории подшипника (проставляется, если подшипник отнесен к категории).

Как видим, группа дополнительных знаков, расположенных слева от основной группы, кодирует главным образом наиболее важные потребительские параметры подшипников качения.

Вторая, стоящая справа от основной группа дополнительных знаков, включает, как правило, буквенные или буквенно-цифровые знаки. Ими закодированы многие характеристики подшипников и их деталей (читаются слева направо).



Так, это прежде всего материалы, из которых сделаны элементы подшипников: Ю — все или часть деталей из нержавеющей стали; Х — тела качения и кольца или одно кольцо из цементируемой стали; Р — детали из теплостойких деталей; Я — детали из редко применяемых материалов — стекла, керамики и т. д.; Г — сепаратор из черных металлов; Б — сепаратор из безоловянистой бронзы; Д — сепаратор из алюминиевого сплава; Л — сепаратор из латуни; Е — пластмассовый сепаратор. После буквы могут стоять одно- или двухзначные цифры (например, Ю1, Ю2, Л1, Е12 и т. д.), обозначающие разновидность (одна цифра) материала или сочетание (две цифры) различных материалов.

Вторая характеристика — конструктивные изменения базовой конструкции подшипника — кодируются буквой «К» (при необходимости в сочетании с одной или двухзначной цифрой). Наряду с буквой «К» в роликоподшипниках с модифицированным контактом используются буквы «А» и «М», присваиваемые обычно подшипникам повышенной грузоподъемности.

Специальные технические требования по шероховатости, покрытиям, комплектованию и т. д. обозначают буквой «У»; температуру отпуска колец подшипников, отличающуюся от обычной (433 К, или 160 °С), — буквой «Т»; смазочные материалы, применяемые в подшипнике закрытого типа, — буквой «С» в сочетании с цифрой после нее (каждая цифра — конкретная марка смазки);

специальные требования к характеристике подшипника по уровню шума — буквой «Ш».

При отсутствии специфических требований дополнительные знаки, а также класс точности «0» опускаются.

Для примера приведем расшифровку нескольких условных обозначений подшипников, применяемых в автомобилестроении.

Подшипник 6-170412Л коробки передач. Здесь «6» — класс точности, «17» — специфичность конструкции («1» — канавка под стопорное кольцо на наружном кольце и «7» — канавки на бортах колец для закладки шариков); «0» — подшипник шариковый радиальный; «4» — тяжелая серия диаметров подшипника; «12» — шифр внутреннего диаметра подшипника, полученный делением фактического размера на пять; Л — сепаратор из латуни.

Подшипник 986714КС17 для муфты сцепления. Здесь «9» — особая конструкция наружного и внутреннего колец; «8» — подшипник закрытого типа с защитными устройствами с двух сторон; «6» — класс точности; «7» — серия диаметров; «14» — шифр внутреннего диаметра подшипника, полученный делением фактического размера на пять; «К» — отверстие на внутреннем кольце для пополнения рабочей смазки; «С17» — при изготовлении в подшипник заложена рабочая смазка «Литол»-24.

## ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

УДК 621.822.87.002.2

### ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ КОНИЧЕСКИХ ПОДШИПНИКОВ

Канд. техн. наук В. И. ГРИЩЕНКО

Производственное объединение «ГПЗ-15» — основной производитель конических роликовых подшипников для легковых автомобилей.

К этим подшипникам, как известно, предъявляются особенно высокие требования по уровню вибрации, шуму и моменту сопротивления вращению. Причем требования постоянно, по мере повышения технического уровня автомобильной техники, ужесточаются. Многолетний же опыт заводских специалистов показывает, что перечисленные показатели во многом (а некоторые — и главным образом) зависят от точности и качества обработки деталей подшипника и его сборки, т. е. построения технологического процесса, особенно на операциях шлифования и доводки всех поверхностей деталей. Поэтому на заводе работа по совершенствованию технологического процесса идет практически постоянно, направлена не только на строгое соблюдение заданной точности и качества обработки, но также на уменьшение влияния различных случайных и систематических факторов на показатели процесса, таких, как низкое качество абразивного инструмента, СОЖ,

нестабильное изменение размеров при термообработке (отсюда — повышенные колебания припуска), что характерно для ныне действующего производства, и т. д.

Конечно, совершенствование технологического процесса в ряде случаев приводило к повышению капитальных затрат и трудоемкости обработки, но все это окупалось за счет снижения брака, уменьшения штрафных санкций, повышения стабильности работы автоматических шлифовальных линий и участков.

Рассмотрим основные принципы построения ныне действующих на ГПЗ-15 технологических процессов шлифования и доводки деталей конических подшипников.

Шлифование торцов колец конических подшипников выполняется на заводе одновременно, т. е. за одну операцию. Делается это на двусторонних торцешлифовальных станках мод. 3343, 3344, «Джустина» и др. В связи с тем, что несимметричность торцов колец затрудняет равномерный съем припуска с каждого торца, обработку узкого торца выполняют при уменьшенной частоте вращения круга (уменьшенной скорости шлифова-

ния) либо узкий и широкий торцы обрабатывают кругами с неодинаковой характеристикой: для широкого торца — с большей режущей способностью (более мягкий и мелкозернистый), а для узкого — с меньшей (твердый, с повышенной зернистостью). И те и другие круги, чтобы обеспечить высокие стабильность и качество процесса, должны иметь однородную структуру, равномерно изнашиваться по всей зоне шлифования. К сожалению, так получается далеко не всегда: качество выпускаемых отечественной промышленностью кругов оставляет желать лучшего.

Качество шлифования торцов колец (допустимое непостоянство ширины колец — 10 мкм и неплоскостность торцов — 8 мкм при шероховатости  $Ra=0,63 \div 0,32$  мкм), как известно, важно не само по себе, а потому, что на последующих операциях шлифования наружных и внутренних колец с бесцентровым способом базирования от него зависит точность по осевому биению дорожек качения и посадочных поверхностей. Поэтому торцы шлифуют хотя и одновременно, однако в два прохода. Круги на втором проходе правят через ~5 тыс. колец.



Для подшипников, у которых биение дорожек качения колец к базовому торцу не должно превышать 5—6 мкм, допустимая неплоскостность торцов снижается до 5 мкм. Для обработки колец предусматривается вторая операция — доводка на торцедоводочных станках чугунными дисками и использование в качестве СОЖ керосиномасляной смеси. Время доводки комплекта колец — 2—3 мин.

Шлифование наружной цилиндрической поверхности наружных колец подшипников производится в основном на бесцентрово-шлифовальных станках типа САСЛ 200×500; выполняется широкими кругами, в два-три прохода. Так как при бесцентровом способе базирования дорожка качения данного кольца по отклонению от круглости «копирует» погрешность наружной цилиндрической его поверхности, то некруглость наружного кольца контролируют при шлифовании особенно строго. Для этих целей применяется созданный во ВНИППе прибор ПИАК-150, при помощи которого измерения выполняются непосредственно у станка. Прибор, кстати, помог установить, что дорожка «копирует» некруглость наружной поверхности кольца с коэффициентом, равным 0,8—1,3, т. е. близким к единице. Это дало основание установить для шлифования наружной поверхности такое технологическое требование: отклонение от круглости у нее должно быть возможно более близким к тому, которое установлено для дорожки качения этого же кольца.

Для шлифования дорожек качения наружных колец завод использует внутришлифовальные автоматы многих моделей, но при этом все они удовлетворяют одним и тем же условиям: способ базирования — обязательно бесцентровый; скорость резания — 50—60 м/с; число выполняемых операций — две (предварительная и окончательная).

Последнее условие особенно важно: при его выполнении существенно повышается стабильность обработки дорожек при действующих возможностях производства и ее точность (по отклонению угла конуса — 2, от круглости — 2—3, шероховатости  $Ra = 0,32 \div 0,4$ , волнистости — 1 мкм).

При шлифовании дорожки качения и торца опорного бортика внутренних колец применяется тоже достаточно прогрессивный процесс: обе поверхности обрабатываются одновременно, способ базирования — бесцентровый, по обрабатываемой дорожке качения. Он обеспечивает нестабильность угла между

дорожкой качения и бортом, не превышающую 15', волнистость поверхности борта — не более 1,2 мкм, гранность — не более 1,5 мкм. (Заметим, что на последнее из трех названных достоинств обработки конструкторы обычно не рассчитывают и не регламентируют его конструкцией чертежа, тем не менее завод ввел как технологическое требование — в интересах общего дела.)

Одновременное шлифование дорожек и торца бортика выполняют в две операции (предварительная и окончательная), что позволяет обеспечить шероховатость торца до  $Ra = 0,32$  мкм.

Так что с точки зрения качества подшипников процесс одновременного шлифования, безусловно, современен. Однако по производительности он уступает процессу раздельного шлифования, потому что диаметр абразивного круга в первом случае значительно меньше, чем во втором.

Есть у процесса и некоторые другие особенности: необходимость иметь шлифовальные круги, пропитанные серой или изготовленные на специальной связке (для уменьшения прижогов); требование выдерживать определенное соотношение припуска по дорожке качения и торцу бортика; требование хотя и выборочного (2 раза за смену), но довольно жесткого контроля волнистости, гранности дорожки качения и бортика (прибор «Талиронд») и их прямолинейности (прибор «Талисерф»).

Шлифование торца опорного бортика на второй операции — окончательное для этой поверхности. Чтобы исключить вероятность задира сферического торца ролика острой кромкой, где рабочая поверхность торца опорного бортика переходит на фаску, этот переход скругляют (рис. 1) на станке, оборудованном сборным регулируемым копиром (рис. 2),

который разработан специалистами завода и состоит из корпуса 1, регулируемой планки 3 и винтов 2. Величина скругления задается положением планки, качество перехода с рабочей поверхности борта на фаску регулируется величиной усилия прижима шупа к копиру.

Наиболее важная задача при шлифовании конических роликов — обеспечить требуемую сферичность их торцов. Дело в том, что ее в значительной мере определяет точность качения роликов по дорожкам качения колец и, следовательно, долговечность и грузоподъемность конических роликовых подшипников. Поэтому на операцию шлифования сферического торца направляются лишь ролики с различной размерностью не более 10 мкм. Само шлифование выполняют непрерывным методом на станках ВШ-680, СХК-54, обеспечивающих шероховатость сферы до 0,32 и ее биение до 7 мкм. Причем для стабильности процесса нужно обязательно соблюдать два условия: точностные параметры станка и качество его наладки. Рассмотрим, как это достигается.

Собранные на планшайбе круги предварительно протачивают по радиусу, размер которого обуславливается радиусом сферы. Затем выполняют их статическую балансировку. На заданный радиус сферы круг правят при вылете скалки механизма правки, соответствующем заданному радиусу, и использовании копирной линейки, задающей последовательность снятия припуска и уменьшающей съем на выходе ролика из шлифовального круга.

Ведущие диски собирают, после чего их рабочие поверхности шлифуют до тех пор, пока биение радиального диска не станет равным или меньшим 5 мкм, а осевого — 3 мкм. Угол дисков проверяют эталонным роликом по краске. Ролик должен выступать из дисков на 2—2,5 мм. Этим, а также более полным прилеганием роликов к поверхности дисков обеспечивается разброс радиуса сферы роликов в пределах поля допуска.

Радиус сферы прошлифованного ролика измеряют на специально разработанном для этой цели приборе СИ-260 (точность измерения — до 2 мм). Прибор перед измерением настраивают по ролику-эталону (ролик выбран при помощи прибора «Талисерф»); радиус сферы оценивается косвенно, по высоте сферического пояса торца ролика.

Детали подшипника, прошедшие операции шлифования, в первую очередь рабочие поверхности, подвергаются окончательной обработке. Это может быть тонкое шлифование вулканистыми или тонко-

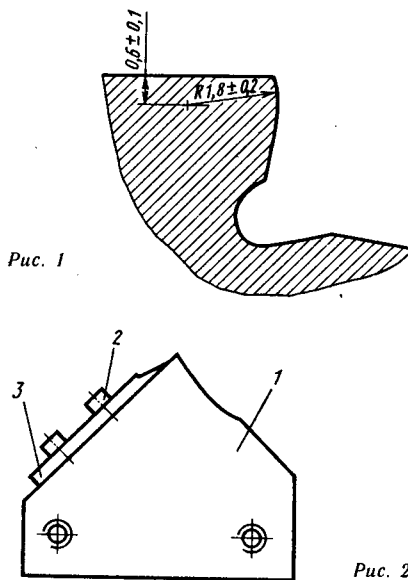


Рис. 1

Рис. 2

зернистыми керамическими кругами; полирование абразивной лентой; суперфиниширование абразивными или алмазными кругами.

Каждый из способов дает, очевидно, свое качество рабочих поверхностей (дорожек качения колец, образующей и сферического торца роликов), от которого зависят такие важнейшие эксплуатационные свойства конических роликовых подшипников, как потери на трение, сохранение предвартельного натяга в процессе работы, надежность смазки рабочих поверхностей и т. д. И в этом смысле суперфиниширование — вне конкуренции: оно обеспечивает значительно большую площадь фактического контакта во время работы подшипника, чем поверхности, полученные другими способами. Например, в печати сообщалось, что несущая часть поверхности после тонкого шлифования составляет примерно 30, а после суперфиниширования — 95 %. Это сокращает первоначальный период приработки, что особенно важно для автомобильных подшипников, так как позволяет с большей вероятностью сохранить первоначально заданные посадки, предвартельный натяг, точность и надежность работы узла.

Доказано также, что суперфиниширование положительно влияет и на состояние поверхностного слоя металла, увеличивая (с 250 до 500 МПа) напряжения сжатия в нем и глубину их распространения (до 7—10 мкм), что на 10—15 % повышает микротвердость рабочих поверхностей деталей подшипника.

Суперфиниширование колец конических подшипников — процесс, для ГПЗ-15 сравнительно новый. Выполняется он на специальных станках, разработанных Ленинградским СКБ прецизионного станкостроения и изготовленных Вильнюсским заводом шлифовальных станков. Технология их применения — работа чисто подотраслевая. Ее результат — вывод о том, что для условий массового производства наиболее приемлемо ультразвуковое суперфиниширование: процесс устойчив, обеспечивает высокую производительность и требуемую (класс 6) точность (см. табл. 1) обработки дорожек качения роликовых подшипников, снижает уровень остаточных напряжений сжатия в поверхностном слое с 700—850 до 400—600 МПа, увеличивает глубину их залегания с 15—17 до 40—45 мм. Все это положительно сказывается на долговечности подшипников.

В то же время надо учитывать, что другие параметры колец подшипника (непостоянство диаметра,

Таблица 1

Параметр	Число наружных колец		Число внутренних колец	
	до обработки	после обработки	до обработки	после обработки
Шероховатость				
$R_a$ , мкм:				
0,64	4	—	20	—
0,32	96	—	80	—
0,16	—	51	—	12
0,08	—	49	—	88
Волнистость, мкм:				
до 0,1	—	68	—	78
до 0,2	—	32	—	22
до 0,3	—	—	—	—
до 0,4	8	—	—	—
0,5—0,8	75	—	80	—
0,8—1,5	17	—	16	—
1,5—2,5	—	—	4	—
Гранность, мкм:				
до 0,5	25	45	30	90
0,6—1	37	37	43	10
1—2	28	13	25	—
2—5	10	5	2	—

неперпендикулярность дорожки качения базовому торцу, выпуклость) после ультразвукового суперфиниширования остаются в целом неизменными, а разброс угла дорожек качения даже увеличивается на треть (с  $\pm 2$  до  $\pm 3$  мкм).

Для суперфиниширования рабочих поверхностей роликов применяются бесцентровые суперфинишные станки СЦАСЛ 50×500 (ГДР) и ЗД880 Витебского станкозавода имени Кирова. Выполняют его напроход, при помощи подающего двухвалкового устройства. Бруски прижимаются гидравлическим (у станка СЦАСЛ 50×500) или пневматическим (у станка ЗД880) устройством; усилие прижима регулируется по манометрам, установленным на стойке. При обработке ролик последовательно проходит под осциллирующими абразивными брусками, первые из которых имеют крупную зернистость, последующие — все более мелкую. При этом изменяются и усилия прижима (давление) брусков от 0,2 МПа на первой позиции до 0,1 на последней. В связи с этим первые бруски обеспечивают основной сьем металла, исправление гранности и волнистости, последние — требуемую шероховатость поверхности.

Изменение параметров поверхности роликов после суперфиниширования приведено в табл. 2.

Параметр	До обработки, мкм	После обработки, мкм	Изменение параметра, %
Отклонение от круглости	0,5—1,5	0,5—1	0—50
Гранность	0,65—1,9	0,38—0,45	42—77
Волнистость	0,77—2	0,18—0,52	77—74
Шероховатость	0,32—0,48	0,08—0,12	75
Выпуклость образующей	—	1—4	—
Величина сьема	—	2—4	—

Как видим, все параметры изменяются весьма значительно, причем — в лучшую сторону.

Для суперфиниширования сферических торцов роликов используется станок МК-175, спроектированный в Тольяттинском политехническом институте и изготовленный на ГПЗ-15. Главные рабочие движения операции обработки: колебательное движение абразивного бруска, вращение и круговая подача ролика; основное условие качества ее выполнения: разноразмерность роликов по диаметру, не превышающая 3,5 мкм. Качество поверхности сферических торцов роликов после этой операции, как правило, повышается: радиус сферы уменьшается — количество выпадов по этому параметру сокращается с 11,6 до 2,5 %, гранность сферы уменьшается с 5—6 до 2—3 мкм, волнистость — с 2,5—3 до 0,7—0,9 мкм. Шероховатость сферического торца, как правило, лежит в пределах 0,2—0,3 мкм.

Опрессовка сепараторов. Большая часть конических роликовых подшипников имеет штампованные из ленты или листа сепараторы. Они удобны для массового производства и в нормальных условиях работы не уступают латунным сепараторам, так как имеют меньшую массу и, как правило, дают лучший доступ смазки к рабочим поверхностям. Сепараторы не участвуют в восприятии нагрузки и центрируются на роликах. Поэтому особое внимание должно быть уделено опрессовке сепараторов, которая, с одной стороны, не должна быть слишком «тугой», т. е. не защемлять ролики и не увеличивать тем самым потери на трение между перемычками сепаратора и роликами, а с другой, не быть и слишком «свободной», так как увеличенные зазоры между перемычками сепаратора и роликами способствуют появлению при работе, особенно при высоких частотах вращения, шума. Хорошая опрессовка достигается тщательным регулированием пресса на операции растяжки перемычек сепаратора и выполнением этой операции в соответствии с установленным эталоном на растяжку перемычек, а также соблюдением партионности сепараторов, изготовленных с одной на-

Таблица 2

ладки пресса, при подаче на опрессовку.

Контроль качества в процессе производства. Контроль качества является центральной проблемой в производстве конических роликовых подшипников. Разнообразие типов применяемого оборудования, технологические трудности получения качественных деталей с наименьшими затратами рабочего времени, точное, с погрешностями в долях микрометра, выполнение измерений, массовость партий в производстве — все это значительно усложняет контроль качества. Но он ведется и, судя по опыту ГПЗ-15, не безуспешно. Способствует этому многонаправленность контроля. Проверяется, во-первых,

пригодность станков и приспособлений, а также качество наладки оборудования. Делается это путем ежедневного измерения первых деталей на приборах «Талиронд» (волнистость и гранность рабочих поверхностей), «Талисерф» (профиль рабочих поверхностей), «Суртроник» (шероховатость рабочих поверхностей). Во-вторых, путем своевременного выявления любых отклонений в технологическом процессе при помощи приборов активного контроля и выборочного контроля деталей (выполняет рабочий-станочник). В-третьих, путем систематического входного контроля деталей на участках сборки подшипников, а также 100 %-го контроля по уровню вибрации, воздушного шума и

выборочного контроля потерь на трение в собранных подшипниках.

Например, копиры станков для шлифования колец проверяются один раз в месяц, правка кругов на сфершлифовальных станках — не реже двух раз в смену, и все это фиксируется в отдельных журналах, контролируемых ОТК.

Результатом технологических и организационных мероприятий стали отработка и внедрение рассмотренной технологии на ГПЗ-15, а также то, к примеру, что средний уровень вибрации подшипника 6-7807У91, изготавливаемого для автомобилей ВАЗ по новой технологии, составляет 5 дБ, тогда как для подшипника 6-7407А97, изготавливаемого по традиционной технологии, — 6 дБ.

## ТЕХНОЛОГИЯ ЭКОНОМИТ МЕТАЛЛ

УДК 629.113-585.862.002.2:621.73.043:658.511.2

### При получении крестообразных заготовок

А. М. СМУРОВ, М. К. ВАСИЛЬЕВ

Традиционно применяемые способы изготовления поковок крестовин карданов автомобиля, реализуемые на стандартных кривошипных горячештамповочных прессах (КГШП) — в открытых штампах за три штамповочные операции (осадка заготовки, предварительная штамповка с образованием на штампуемой поковке облойа и окончательная штамповка), в последние годы начали заменяться более прогрессивными, направленными на снижение норм расхода металлопроката (в некоторых случаях — и трудоемкости) способами. Причем работа идет по двум путям: экономия достигается либо при предварительной, либо при окончательной штамповке. В первом случае расход металла уменьшается благодаря конструктивным изменениям штампа предварительной, во втором — штампа окончательной штамповки. В НИИТавтопроме поступили несколько иначе: исходную заготовку предложили предварительно формовать в штампе или устройстве нестандартной конструкции, придав ей здесь крестообразную форму, а затем окончательно штамповать с образованием небольшого облойа в стандартном КГШП. Конкретные способы предварительной формовки заготовок, получаемых из металлопроката различного профиля, приведены в таблице. В ней же даны и схемы рабочего инструмента, а сами способы разделены на две группы, исходя из получаемого полуфабриката: одноштучного и многостучного (при окончательной штамповке из одноштучного полуфабриката получают одну поковку и не менее двух — из многостучного).

Способ 1 (см. таблицу) принят за базовый. При нем одноштучную заготовку отрезают от прутка и не подвергают предварительному формованию. (Это, однако, не исключает предварительного профилирования исходного прутка.) При способе 2 отрезанную от прутка заготовку осаживают на плоских бойках до придания ей формы низкого цилиндра. Оба способа, очевидно, не могут быть использованы в качестве средства экономии металла, поскольку на окончательную штамповку здесь поступает заготовка, резко отличающаяся по форме от крестовины.

Способ 3 предусматривает осадку заготовки на шелевидных бойках до придания ей крестообразного сечения. После такой предварительной формовки заготовку по-

ворачивают на угол 90° и укладывают в матрицу штампа для окончательной штамповки. Способ не требует повышенных затрат на штамповую оснастку, а стойкость бойков благодаря малой удельной нагрузке при осадке весьма высокая.

Такие же небольшие расходы и при способе 4, где применяются двухкатные бойки. Заготовка получается крестообразной, в виде соединенных по граням двух параллелепипедов. При установке в штамп для предварительной или окончательной штамповки ее поворачивают на 90°.

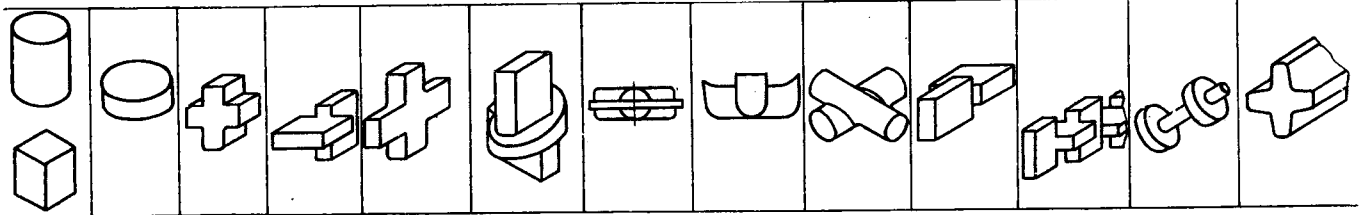
Способ 5 реализуется формовкой заготовки в штампе с вертикальным разъемом между двумя симметрично выполненными его элементами — пуансоном и матрицей. Он представляет собой комбинированное (по двум координатным осям) выдавливание при ограничении течения металла по третьей оси. В связи с наличием вертикального разреза штампа заготовку перед окончательной штамповкой тоже нужно поворачивать на 90°.

Способ 6 — двухстороннее выдавливание на шелевых бойках. Заготовка отличается от полученной по способу 4 только наличием среднего цилиндрического участка. Более всего подходит для изготовления крестовин дифференциала, отличающихся наличием ступичной части. (Выполнить средний цилиндрический участок на предварительно профилированной заготовке можно и по способу 4, если осадке на двухкатных бойках подвергать оба конца заготовки и не обжимать ее среднюю часть, благодаря чему необжатая часть сохраняет исходное сечение.)

По способу 7 заготовке в штампе открытого типа придают почти окончательную форму готовой поковки. Он — наиболее распространенный: применяется для изготовления крестовин всех типов, в том числе карданного вала и рулевого управления, дифференциала заднего и среднего мостов. Возможны три схемы процесса штамповки: осадка, предварительная и окончательная штамповка; осадка и окончательная штамповка; предварительная и окончательная штамповка. Но он — для открытых штампов, отсюда значительный отход металла в виде облойа, образующегося по всему контуру (в плане) поковки.

При способе 8 облойа на отростках формируемой заготовки, образующихся в процессе полузакрытого выдавливания в штампе для предварительной штамповки, наоборот, не формируется. В случае крестовин дифференциала, например, он образуется только по круговому контуру ступичной части крестовины и ограничивается стенками полости, выполненной в матрице.

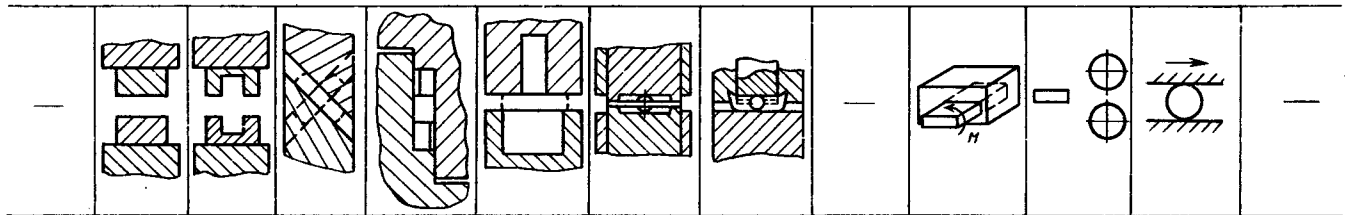
Мерный (одноштычный) полуфабрикат		Многоштычный полуфабрикат			
круг	квадрат	прямо-угольник	круг, квадрат, прямо-угольник	круг	кресто-образное сечение прутка
Форма полуфабриката					



Способ предварительной формовки

- 1. Резка на сортовых ножницах, пилах
- 2. Осадка на плоских бойках
- 3. Осадка на шевидных бойках
- 4. Осадка на двухскатных бойках
- 5. Формовка в штампе с вертикальным разъемом цельной матрицы
- 6. Двухстороннее выдавливание
- 7. Предварительная штамповка в открытых штампах
- 8. Полузакрытое выдавливание
- 9. Сварка двух заготовок
- 10. Скручивание
- 11. Профилирование на вальцах (с последующей разрезкой на штучные заготовки)
- 12. Профилирование на станах поперечно-клиновой прокатки (с последующей разрезкой на одно- или многоштычные заготовки)
- 13. Резка на штучные заготовки

Схема инструмента



Как вариант можно реализовать способ 7 при ограниченном образовании облоя вдоль всего крестообразного профиля получаемой заготовки.

Этот способ, по существу, вариант способа 7. И как вариант его применяют для изготовления крестовин (пять наименований) заднего и среднего мостов (кузнечный завод КамАЗа, ТКШЗ и Черниговский завод автозапчастей) и крестовин двух наименований карданного вала (Гродненский завод карданных валов). Результаты внедрения показывают, что полузакрытое выдавливание, применяемое в качестве предварительной формовки в целях получения крестообразной заготовки, позволяет за счет уменьшения облоя экономить до 12 % металла. Наглядный пример, подтверждающий преимущества способа 8 перед способом 7, приведен на рис. 1. Как из него видно, облой в случае изготовления заготовки в штампе открытого типа (рис. 1,а) значительно больше, чем в случае полузакрытого выдавливания (рис. 1,б).

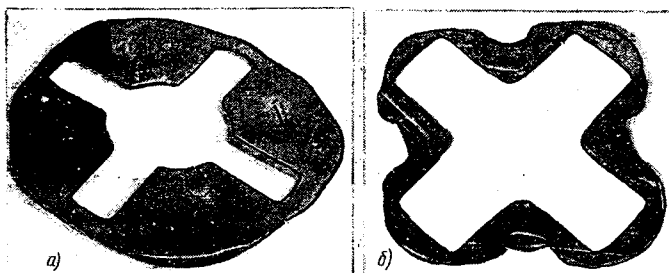


Рис. 1. Изготовление заготовки в штампе открытого типа (а) и путем полузакрытого выдавливания (б)

Что касается технологии полузакрытого выдавливания, то ее пример дает рис. 2, где показана схема штампа для получения дифференциала среднего моста автомобиля КраЗ.

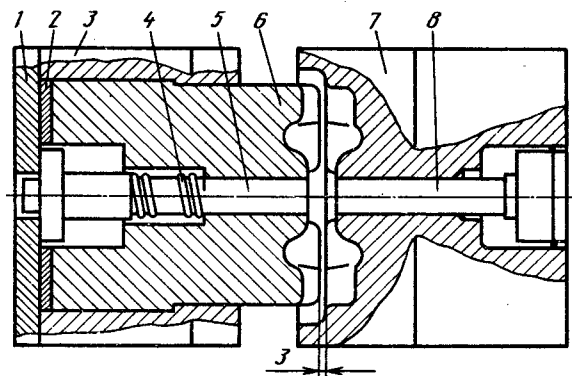


Рис. 2. Штамп предварительной штамповки полузакрытым выдавливанием поковок крестовины среднего моста грузового автомобиля:

- 1 — подкладная плита; 2 — прокладка; 3 — пуансонодержатель;
- 4 — пружина; 5 — верхний выталкиватель; 6 — пуансон; 7 — матрица; 8 — нижний выталкиватель

Способ 9 основан на сварке заготовок. При способе 10 заготовка формируется путем скручивания одной ее половины на угол 90°. Заготовка в итоге получается такой же, как и при способе 4.

Способы 11—13 дают многоштычный полуфабрикат с периодическим профилем. В соответствии со способом 11

заготовку круглого или квадратного поперечного сечения профилируют, а затем разрезают на штучные заготовки, по форме аналогичные получаемым по способу 4. Способ 12 обеспечивает заготовку периодического профиля круглых сечений различного диаметра, которая разрезается потом на одно- или многоштучные заготовки (в последнем случае при окончательной штамповке получают две (или более) поковки из одной отрезанной заготовки). В процессе профилирования можно выполнять элементы меньшего сечения в окончательный размер отростков готовой поковки крестовины, что при окончательной штамповке позволяет исключить образование облоя на каждом втором отростке крестовины. Наконец, способ 13 предусматривает отрезку мерной (одноштучной) заготовки от прутка крестообразного сечения, предварительно полученного профилирова-

нием (взамен формовки) мерной заготовки. Последнее обстоятельство объединяет этот способ со способом 1.

Из всего сказанного напрашивается несколько практических выводов.

1. Технологи и конструкторы, занятые в кузнечном производстве, могут использовать в своих разработках полученный на ТКШЗ, ГЗКВ и КамАЗе опыт применения металлоэкономного изготовления крестовин дифференциала и карданного вала, а также деталей с отростками (петля, кулак, наконечник, вилки).

2. При невозможности замены стандартного оборудования на специализированное можно использовать способы металлоэкономной технологии, реализуемые на КГШП: внедрение некоторых из рассмотренных способов применительно к крестовинам позволило получить годовой экономический эффект, равный 95 тыс. руб.

УДК 621.822.722.002.2

## Безотходное изготовление сепараторов

В. С. ДРИЖОВ, А. Д. КАЛИНИН, В. А. МАВРИН<sup>1</sup>

В НПО «ВНИПП» разработан технологический процесс изготовления кольцевой заготовки змейкового полусепаратора шарикоподшипника 308 из узкой ленты, повысивший коэффициент использования металла с 0,27 до 0,95. Суть его — в таком использовании контактной стыковой сварки, которое исключает последующую механическую обработку (операция удаления грата).

Замысел у разработчиков был простой — получить незначительный по высоте и относительно пластичный грат, который можно опрессовывать, не ухудшая прочностные и пластические свойства сварного соединения. При этом они исходили из следующих соображений.

Высота и форма возникающего при сварке грата определяются, во-первых, величиной пластической деформации при осадке и, во-вторых, распределением температур в зоне соединения (рис. 1). Значит, остается установить численные соотношения параметров. И это удалось. В ходе исследований доказано, что при сварочной деформации (осадке) менее 0,4 мм (высота грата менее 0,2 мм) энергия пластической деформации недостаточна для образования прочных металлических связей, так как в этом случае в металле возникают дефекты типа «склейка», в результате чего при испытании на изгиб такое сварное соединение разрушается. Увеличение сварочной деформации более 0,7 мм дает грат высотой более 0,4 мм, полностью опрессовать который без снижения качества сварного соединения тоже не удается. (Это обстоятельство обуславливает необходимость последующей механической обработки шва с целью удаления грата.) Однако есть оптимальный интервал

сварочных деформаций (0,4—0,7 мм), при котором грат имеет минимальную высоту.

Далее. Чтобы получить качественное сварное соединение при контактной стыковой сварке, когда пластические деформации при осадке малы, нужно создать условия для локализации деформаций в зоне стыка. Достигнуть такой эффект можно за счет подачи тока высокой плотности, т. е. резкого повышения температуры металла на поверхности стыка. (На торцах деталей в этом случае образуется тонкий слой жидкого металла, который при осадке выдавливается из стыка.) Но здесь есть опасность, связанная с особенностью контактной стыковой сварки в условиях малых пластических деформаций: при осадке возможно снижение прочности сварного соединения. (Особенность обусловлена тем, что при незначительной деформации полного удаления окислов из зоны стыка не происходит.) Поэтому, чтобы исключить окисление металла при нагреве и получать относительно пластичный грат (без окислов и перегоревшего металла), сварку выполняли в защитной среде (аргон). Металл зоны соединения нагревается теплотой, выделяемой сварочным током при контактном сопротивлении «деталь-деталь» и собственном сопротивлении деталей. В

целях получения эффекта саморегулирования процесса нагрева момент выключения сварочного тока определялся величиной пластической деформации (в зависимости от перемещения зажимов установок). Деформация под током равнялась 0,2—0,4 мм, а деформация после выключения сварочного тока — 0,2 мм.

Следует отметить, что равномерность нагрева сечения свариваемых образцов зависит в первую очередь от качества подготовки торцов к сварке. Как показали исследования, при качественной подготовке торцов возникает равномерный по всему сечению грат, в случае же, когда торцы непараллельны (например, зазор с одной стороны достигает 0,1 мм и более), грат имеет неравномерный характер, с явно выраженным несплавлением с одной стороны. Это обстоятельство накладывает жесткие требования к подготовке торцов ленты кольцевой заготовки.

Контактирование деталей между собой происходит через выступы, смятие которых под действием сжимающего усилия снижает контактное сопротивление «деталь-деталь» и соответственно уменьшает локализацию выделения теплоты в контакте. В связи с этим были проведены исследования влияния сварочного усилия на проплавление и прочность сварного соединения при последующем изгибе. Они показали, что при напряжении 3 В (плотность сварочного тока 700—800 А/мм<sup>2</sup>) и давлении свыше 80 МПа по всему сечению свариваемой ленты образуется соединение типа «склейка», которое, как упоминалось, при изгибе разрушается.

Если давление снизить до 60 МПа, соединение получается прочным. Однако уже при 50 МПа возникает выплеск металла, что обуславливает некачественное формирование соединения.

Характер связи между давлением в стыке и качеством шва сохраняется и при уменьшении сварочного напряжения до 2,3 В (свар ч-

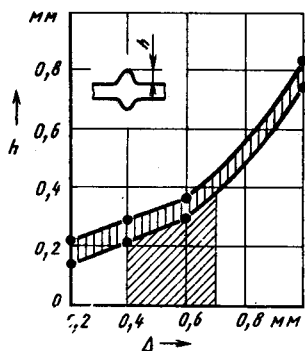


Рис. 1. Влияние деформации ( $\Delta$ ) при сварке на высоту ( $h$ ) грата

<sup>1</sup> Работу, кроме авторов статьи, выполняли А. И. Степанов и А. И. Иванов.

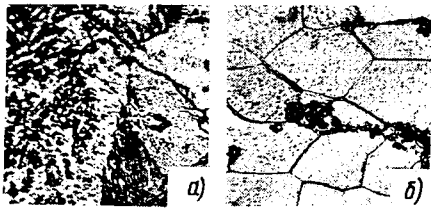


Рис. 2. Микроструктура: а — сварного шва, выполненного контактной стыковой сваркой; б — основного металла

ный ток 550—650 А/мм<sup>2</sup>). Только в данном случае интервал оптимальных давлений несколько больше. Это обстоятельство позволило стабильно получать качественное формирование сварного соединения даже при обычных отклонениях качества подготовки свариваемых кромок.

Дальнейшее уменьшение сварочного напряжения (до 2 В, чему соответствует сварочный ток 400—500 А/мм<sup>2</sup>) вредно: при изгибе в сварном соединении образуются надрывы, так как в нем не возникают прочные металлические связи (из-за отсутствия локализации выделения теплоты в контакте).

Таким образом, в условиях, когда необходимо сконцентрировать пла-

стическую деформацию в зоне стыка, локализация выделения теплоты в зоне должна быть высокой. Достигается это при помощи мощного импульса тока и малой его длительности.

Если перейти на конкретные цифры, то хорошее сварное соединение получается при плотности тока, равной 550—650 А/мм<sup>2</sup>, и сварочном давлении 20—35 МПа. При этом в зоне шва образуется (рис. 2) так называемая видманштеттовая структура. Благодаря ей кольцо полусепаратора при испытаниях на разрыв разрушается по основному металлу, а не по шву. То есть при оптимальном режиме контактной стыковой сварки прочность сварного соединения не хуже прочности основного металла. Возникающий при этом грат имеет высоту ~0,3 мм. Кроме того, он не содержит окислов, что обуславливает относительно высокую его пластичность и несложность его удаления механическими способами.

Однако разработчики технологии на этом не остановились. Они предложили способ удаления графа опрессовкой, т. е. способ совмещения операций зачистки и формиро-

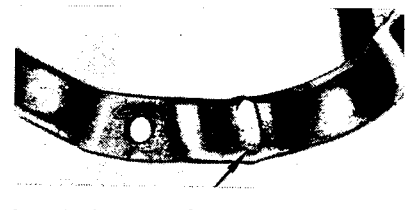


Рис. 3. Общий вид полусепаратора, изготовленного из кольцевой заготовки

вания полусепаратора подшипника 308. Как это получилось, видно из рис. 3, где показана зона соединения после формирования полусепаратора.

В заключение отметим, что сравнительные стендовые испытания серийных подшипников 308 и таких же подшипников, но с полусепараторами, изготовленными навивкой из узкой ленты и последующей контактной сваркой стыка, показали: работоспособность экспериментальных подшипников находится на уровне серийных. Так что с этой точки зрения потерь нет. Но есть несомненные выгоды. И главная из них состоит в том, что коэффициент использования металла поднялся, как сказано выше, с 0,26 до 0,95, т. е. в 3,6 раза.

УДК 621.822.6.002.2:658.527.011.56:62-133

## РОТОРНЫЕ ЛИНИИ — СОБСТВЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ

А. А. КАЛЫЧЕНКО, А. Г. БЛАЖНОВ

Первые роторные линии в подшипниковой промышленности появились почти 15 лет тому назад. И первым, кто внедрил их у себя, был ГПЗ-3, где их использовали для изготовления игольчатых подшипников — именно тех подшипников, спрос на которые в те годы стал стремительно расти и удовлетворить его без коренного изменения технологии, в частности, автоматизации процессов, не представлялось возможным.

Первая роторная линия (ЛКП-1) предназначалась для изготовления колец игольчатых подшипников 942/8 и выполняла пять штамповочных операций. Она имела производительность 160 шт./мин. Второй была линия ЛКП-2, которая вместе с ЛКП-1 образовала единую технологическую линию штамповки колец 942/8, выполняющую уже десять операций. При этом интересно отметить, что как в ЛКП-1, так и в ЛКП-2 была предусмотрена возможность их переналадок на пять типоразмеров колец подшипников, близких по габаритным размерам, условиями деформаций и одинаковых по технологическим процессам. Иными словами, в них уже были заложены элементы гибкости, хотя тогда такого понятия и не было.

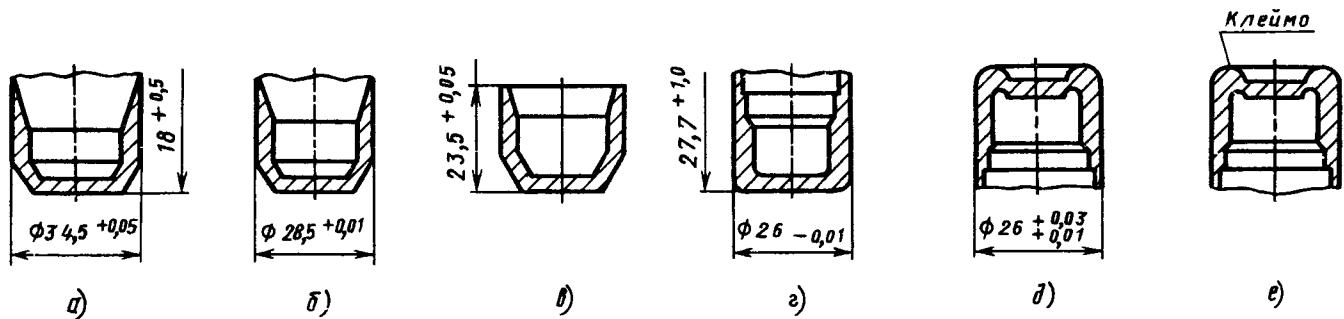
Следующим этапом был проект трех линий (ЛКП-3, ЛКП-4, ЛКП-5), которые охватывали весь технологический цикл штамповки колец подшипников уже более крупных размеров (943/20, 942/20, 941/20). Как они работали, можно видеть на рис. 1, где приведена технологическая схема обработки наружного кольца подшипника 943/20. В настоящее время на ГПЗ-3 действуют 20 автоматических роторных линий, они изготавливают более 18 млн. колец подшипников в год.

Кроме роторных линий изготовления колец и игл

в комплекс оборудования ГПЗ-3 входят автоматы для рубки и предварительной вытяжки заготовок, термические линии (МЛТ-2) для операций травления, промывки и сушки, автоматы вихревой рубки заготовок игольчатых роликов, автоматы для сборки подшипников и др. Все это дало возможность обеспечить высокий технический уровень производства, комплексно автоматизировать процессы изготовления всех наиболее массовых серий игольчатых подшипников, увеличить в 3 раза объем их выпуска без роста численности работающих и производственных площадей, улучшить условия труда и культуру производства.

Опыт завода доказал: в автоматических роторных линиях заложены огромные резервы повышения производительности труда. Например, две линии (ЛКП-7 и ЛКП-8) при одноосменной работе обеспечивают выпуск 10 млн. колец подшипников 904900 в год, т. е. столько, сколько 30 рабочих-штамповщиков при старом технологическом процессе. И обслуживают их всего два человека. Если же говорить обо всем комплексе заводских автоматизированных средств производства игольчатых подшипников, то они ликвидировали около 100 рабочих мест, причем самых непрестижных — с ручным, монотонным, утомительным трудом, 40 рабочим дали возможность трудиться в более благоприятных условиях.

Однако, несмотря на то, что роторные линии обладают неоспоримыми преимуществами (такими, как высокая производительность, стабильность технологического процесса, высокое качество выпускаемой продукции) перед другими традиционными машинами, ГПЗ-3 среди предприятий подшипниковой промышленности оставался, с точки зрения внедрения этих линий, можно сказать, в одиночестве — вплоть до 1986 г., когда по этому вопросу было принято специальное правительственное решение. С тех пор картина изменилась. На всех крупных подшипниковых заводах сразу же были созданы конструкторские группы по роторным машинам, а в НПО «ВНИПП» — конструкторское бюро по разработке и внедрению роторных линий, координации работ в области их применения и внедрения. Разработана долгосрочная программа использования роторных



линий, главная идея которой — создать комплексные автоматические производства на базе роторных линий, способные обеспечить массовый выпуск подшипников. Ее реализация, кроме того, должна высвободить тысячи рабочих и дать экономический эффект, исчисляемый десятками миллионов рублей.

Программа реализуется. Доказательство тому — данные, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Состояние	По годам				Всего	
	1986	1987	1988	1989	по плану	фактически
Изготовлено	2	16	13	21	39	52
Внедрено	2	13	7	12	18	34

Как известно, подшипники качения — самое массовое из изделий, выпускаемых машиностроением. Около 200 их типов имеют годовую программу выпуска, превышающую 500 млн., следовательно, комплектующих деталей — несколько миллиардов. Но есть в выпуске пока и дефицитные подшипники.

Без роторной технологии их проблему, учитывая трудности с капитальными вложениями, не решить. Потому что только роторные линии дают возможность увеличить выпуск некоторых дефицитных конструктивных групп подшипников (игольчатых, карданных, велосипедных и др.) без расширения действующего производства. Отсюда и направленность работы конструкторско-технологических организаций. Скажем, того же ВНИППа. Здесь, например, недавно прошел испытания автоматизированный комплекс изготовления, сборки, консервации и упаковки велосипедных подшипников 876901. Его производительность — 45 тыс. шт. в 1 ч.

Комплекс состоит из двух роторных линий — РЛСП-1 и РЛКП-1.

Первая линия имеет четыре технологических ротора и выполняет операции: подгибка, предварительная гибка, окончательная гибка и сборка подшипников. (Один из роторов показан на рис. 2 — это ротор для изготовления сепаратора. Его исполнительными органами служат соосные с инструментальными блоками 1 ползуны 2, имеющие привод от неподвижных копиров 3. В осевом направлении ползуны соединены с инструментальными блоками, осуществляющими формообразующие операции.)

Вторая линия — упаковки подшипников. Она консервирует подшипники, набирает их в стопки (по 12 шт.), упаковывает в бумагу.

Обе линии имеют систему индивидуальной загрузки и при необходимости могут работать автономно.

Сейчас во ВНИППе проходят модернизацию роторные линии для подшипников 876902, 876903, 876705. Делаются первые шаги в создании высокопроизводительных (7—8 подшипников в 1 ч) роторных линий для изготовления подшипников серии 876000.

В нашей, а также и в других странах идет резкое наращивание выпуска шариковых радиально-упорных подшипников со штампованными кольцами (в США, например, их выпускают 160 млн., у нас — 150 млн. шт.). Это объясняется их сравнительной дешевизной, при-

Рис. 1. Технологическая схема обработки наружного кольца подшипника 943/20: а — заготовка; б — вторичная вытяжка; в — подрезка торца; г — окончательная вытяжка; д — калибровка дна; е — клеймение

Рис. 2. Технологический ротор

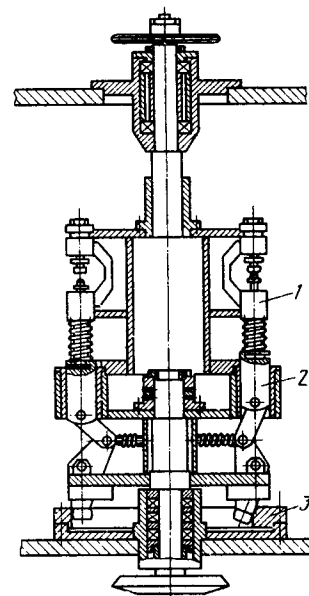
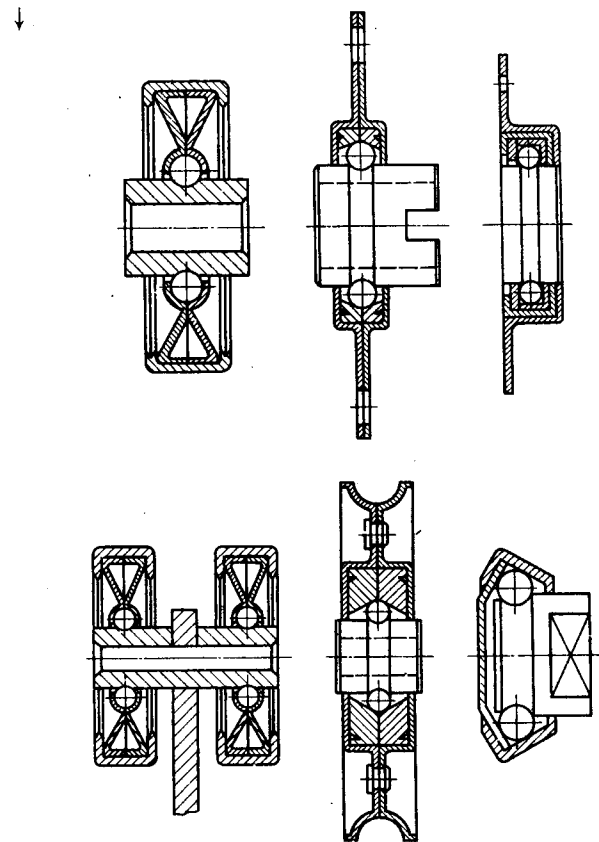


Рис. 3. Конструкции подшипников со штампованными кольцами



годностью для многих отраслей машиностроения — там, где не требуется особая точность.

ВНИПП разрабатывает технологию изготовления гаммы таких подшипников (рис. 3) применительно к роторной технологии. В частности, к 1994 г. намеча-



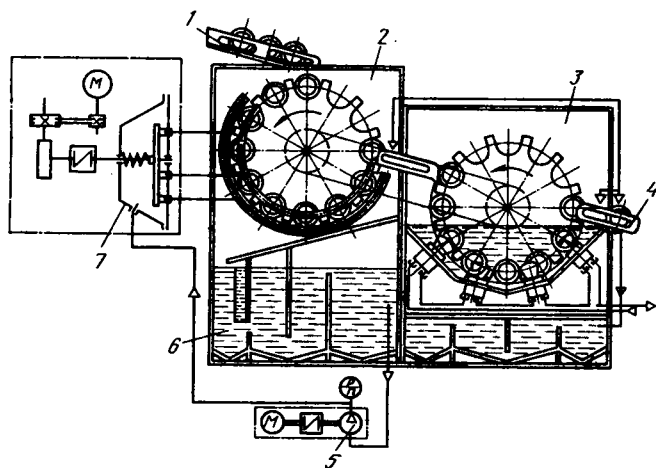


Рис. 4. Схема роторной линии РЛКП-100 для промывки колец

Назначение линии	Число потребных типов и моделей	Число линий, которое нужно подотрасли
Раскатка колец	15	130
Токарно-отделочные операции	10	70
Сборка подшипников	17	190
Контроль качества (закладка смазки, контроль радиального зазора, уровня вибрации и т. д.)	26	100
Мойка колец и собранных подшипников	10	130
Консервация и упаковка	12	90
Штамповка:		
шариков	6	10
роликов	3	15
колец подшипников	7	30
сепараторов подшипников	6	100
Электромеханическое клеймение	10	150
Изготовление сепараторов из пластмасс	5	15
Фосфатирование заготовок колец	2	20
Высококачественный отжиг кромки колец	5	20
Сборка сепараторных блоков	2	20

ется создать комплекс оборудования, один комплект которого даст годовой экономический эффект 7 млн. руб.

Планируется совместно с МНТК «Ротор» разработать комплексное производство улучшенных карданных подшипников, изготавливаемых из стальной ленты и предназначенных для автомобильного и сельскохозяйственного машиностроения. Экономический эффект от внедрения одного комплекса, как ожидается, составит не менее 13 млн. руб.

Для операций сборки подшипников создается несколько типов роторных машин.

Например, на ГПЗ-8 скоро вступит в строй оригинальная роторная линия сборки шариковых подшипников производительностью 100 шт. в 1 мин. Линия подбирает комплекты колец, заполняет, разгоняет шарики, накладывает полусепараторы и склепывает их.

ГПЗ-4 выпускает роторные автоматы ГУР-10П и ГУР-5П упаковки шариковых подшипников, а также высокопроизводительные роторные машины РЛКП-100 (рис. 4) для промывки колец и собранных подшипников. Промывка здесь ведется в двух зонах — струйной и ультразвуковой. Кольца из загрузочного лотка 1 сначала поступают в камеру струйной промывки 2, затем автоматически перемещаются в камеру ультра-

звуковой промывки 3 и, пройдя ее, выгружаются в лотки 4.

Для повышения эффекта струйной промывки в систему подачи моющей жидкости, состоящую из бака 5 и насоса 6, включен прерыватель 7, создающий прерывистую струю. При переходе из одной зоны в другую и при выходе из камеры ультразвуковой промывки кольца обдуваются сжатым воздухом.

Производительность машины РЛКП-100 — 100 шт. в 1 мин.

Роторные линии, как уже отмечалось, могут применяться почти на любой технологической операции изготовления подшипников. Поэтому спрос на такие линии растет. В качестве примера можно сослаться на табл. 2, где приведены данные о потребностях в роторных линиях заводов подотрасли (в таблице — только заявленные потребности). Из нее видно, что заводы нуждаются в линиях самого разнообразного назначения (для того чтобы удовлетворить заводы, нужно выпускать 136 типов и моделей роторных линий) и в достаточно большом их числе (~1100). Это много, конечно, но учитывая, что роторные линии сравнительно просты, задача обеспечения ими — вполне разрешимая.

УДК 621.822.723.002.2:621.941.2-529

## СТАНКИ С ЧПУ И ТОЧНОСТЬ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ КОЛЕЦ

Канд. техн. наук Ю. А. СУДЬИН

Станки с ЧПУ — признанное средство автоматизации подшипникового производства, дающее возможность повысить его маневренность и гибкость, сократить время на переналадку оборудования, уменьшить трудоемкость изготовления деталей подшипников. Но у них есть и другие достоинства. В частности, они создают благоприятные предпосылки для повышения точности токарной обработки этих деталей и уменьшения припусков на последующие операции.

При анализе факторов, влияющих на точность обработки, необходимо в первую очередь выявить преобладающие погрешности, оказывающие наибольшее влияние на точность размерно-геометрических параметров получаемых деталей.

Действительно, точность обработки на любых станках зависит от многих погрешностей, связанных со станком, инструментом, обрабатываемой деталью. Не являются в этом смысле исключением и станки с ЧПУ. Разве что здесь еще появляются погрешности программирования. Однако опыт показал, что токарные станки с

ЧПУ производства ГДР (мод. ДФ2, ДФ2/3, ДФ3 и др.), применяемые на наших подшипниковых заводах, имеют высокую статическую и динамическую жесткость основных узлов и механизмов, хорошие системы программного управления. Другими словами, обладают высокими точностными и жесткостными параметрами. Из этого можно сделать вывод, что в условиях нормальной эксплуатации на точность токарной обработки деталей подшипников влияние будут оказывать главным образом погрешности, связанные с упругой деформацией детали, инструмента, приспособления, а также погрешности установки заготовки и программирования. То есть, в конечном счете, рациональность построения технологического процесса, выбора зажимных приспособлений и режущих инструментов, оптимальность назначения режимов резания. Но, как показала практика эксплуатации станков с ЧПУ на подшипниковых заводах, чем меньше величины и равномерности припуска заготовки, тем лучше.

В целом же можно сказать: хорошо подготовленные

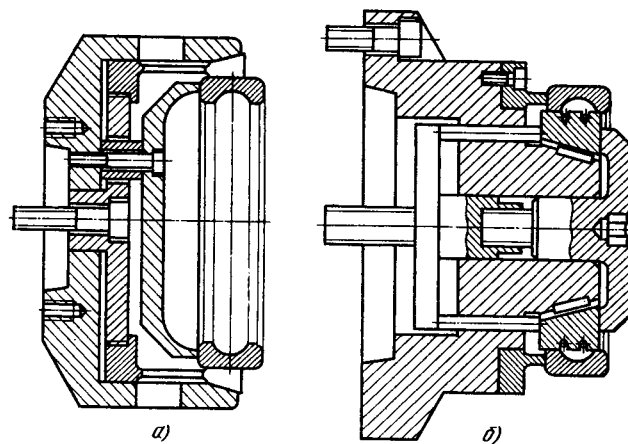
базовые поверхности, унифицированные режущие инструменты со сменными пластинами, точные и жесткие зажимные приспособления — все это «работает» на точность. Однако так получается не всегда. Например, типовые конструкции зажимных патронов, поставляемых в комплекте со станками с ЧПУ, не в полной мере учитывают специфику подшипникового производства и при закреплении колец различных конструктивных разновидностей не всегда обеспечивают необходимые точность и жесткость закрепления. Именно поэтому специалисты ВНИПП и ГПЗ-1 разработали гамму унифицированных зажимных патронов (см. рисунок: а — цанговый, б — кулачковый) для закрепления колец подшипников по наружной и внутренней поверхностям. Каждый из таких патронов позволяет без переналадки корпуса закреплять и обрабатывать кольца подшипников с базовыми диаметрами 60—100 мм. (При переналадке на другой тип колец меняются только съемные зажимные элементы и торцевые упоры.)

Чтобы уменьшить погрешности изготовления самих патронов, их основные базовые поверхности, определяющие точность центрирования, подвергаются дополнительной токарной обработке минералокерамическими резами на своем «рабочем месте», т. е. непосредственно после установки на станке с ЧПУ. Это позволяет свести биение патронов практически к нулю.

Для оценки стабильности получаемой точности размерных параметров колец можно использовать часто применяемый в технологических исследованиях коэффициент ресурса точности, равный отношению технологического допуска к фактической точности обработки (точность и стабильность технологического процесса считаются высокими, если этот коэффициент больше единицы, при этом численное его значение определяет относительную величину резерва точности). И анализ показывает, что при обработке деталей на станках с ЧПУ коэффициент ресурса точности равен 1,7. Причем характерно, что поле рассеивания размеров значительно хуже, чем в случае обычных станков, а отклонение от круглости в большинстве своем находится в пределах 0,05 мм и не превышает 0,07 мм при допуске на этот параметр 0,12 мм.

Благодаря высокой точности размерно-геометриче-

ских параметров колец после токарной обработки уменьшаются припуски и на последующие шлифовальные операции, что, в свою очередь, создает реальные предпосылки уменьшения трудоемкости изготовления и повышения качества готовых подшипников.



В последнее время ряд подшипниковых заводов отработывает технологические процессы токарной обработки закаленных колец подшипников. В этом случае станки оснащают резами с пластинами из минералокерамики и сверхтвердых материалов. Результаты говорят о том, что при тщательной отладке технологии, использовании высокоточных и жестких зажимных приспособлений, оптимальном выборе режущих инструментов и режимов резания можно отказаться от предварительного, а в ряде случаев — и окончательного шлифования основных поверхностей колец.

Таким образом, опыт эксплуатации станков с ЧПУ позволяет сделать вывод: при продуманной технологической подготовке производства их применение обеспечивает высокую размерно-геометрическую точность колец подшипников, что весьма благоприятно с точки зрения повышения их качества и на последующих финишных операциях.

УДК 621.923.5.025:621.822.723.002.2

## ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СУПЕРФИНИШИРОВАНИЯ КОЛЕЦ

Канд. техн. наук Б. М. БРОДСКИЙ, А. Л. ЧЕРНЕВСКИЙ, канд. техн. наук Г. Д. ЗЛОЧЕВСКИЙ

Создание гаммы отечественного инструмента для суперфиниширования дорожек качения колец подшипников различных типоразмеров — проблема, пока еще не решенная до конца. И одним из важных направлений ее решения остается, как показывает опыт, разработка алмазно-абразивных брусков на керамической связке. За последние годы таких брусков появилось немало, в том числе и выполненных по различным рецептурам (1АСМ 5/3 КЗ-03, 2АСМ 5/3 КЗ-03, 3АСМ 5/3 КЗ-03, 0АСМ 7/5 КЗ-03, 3АСМ 7/5 КЗ-03). В состав шихты всех брусков входят зерна синтетического алмаза, нитрида бора, зеленого карбида кремния, окиси хрома, но — в различных сочетаниях их относительной концентрации и зернистости (связка же у всех одна и та же — КЗ-03).

Так, рецептура 1АСМ 5/3 включает зерна синтетического алмаза (3—5 мкм), зеленого карбида кремния, нитрида бора и отличается от остальных рецептов той же зернистости (2АСМ 5/3 и 3АСМ 5/3) повышенной режущей способностью. Композиция 2АСМ 5/3 имеет в составе шихты зерна синтетического алмаза, зеленого карбида кремния, нитрида бора и окиси хрома (последний расширяет технологические возможности управления механическими свойствами инструмента при его изготовлении и, кроме того, обеспечивает определенное

снижение шероховатости, а также повышение коррозионной стойкости обработанных поверхностей колец подшипников). Композиция 3АСМ 5/3, шихта которой состоит из двух компонентов (синтетический алмаз и зеленый карбид кремния), технологически наиболее проста и в большинстве случаев отвечает требованиям, предъявляемым к качеству и производительности финишной обработки колец как в условиях массового производства, так и в цехах точных подшипников. Рецептуры 0АСМ 7/5 и 3АСМ 7/5, как видно из маркировки, отличаются прежде всего использованием режущих зерен более крупных размеров и предназначены для суперфиниширования колец подшипников сравнительно больших диаметров, например, для колец с отверстием диаметром, большим 50 мм.

Некоторые эксплуатационные показатели алмазно-абразивных брусков 1АСМ 5/3 КЗ-03, 2АСМ 5/3 КЗ-03 и 3АСМ 5/3 КЗ-03 приведены в таблице. Здесь же для сравнения записаны данные по стандартным брускам из зеленого карбида кремния, выпускаемым серийно по техническим условиям ТУ 2-036-974-86.

Как видно из таблицы, существенными преимуществами алмазно-абразивного инструмента перед традиционным инструментом из зеленого карбида кремния

являются: более высокая (в 1,5—2 раза) режущая способность, значительное снижение износа инструмента, ровный однородный фон обработанной поверхности, отсутствие дефектов в виде «комет».

Эти преимущества подтвердились при широких испытаниях образцов инструмента как лабораторных, так

увеличивает износостойкость рабочих поверхностей колец и долговечность подшипников в целом, а также размерную точность обработки колец; создает значительные возможности роста эффективности финишной обработки колец из труднообрабатываемых материалов, например, из сталей, легированных вольфрамом.

Рецептура	Шероховатость обработанной поверхности, мкм		Съем металла на диаметр дорожки качения, мкм	Износ бруска на 100 колец, мм	Твердость бруска, HRT 15	Состояние поверхности
	Ra	Rmax				
1АСМ 5/3 КЗ-03	0,029—0,037	0,28—0,35	4,6	0,17	78—71	Ровный, однородный фон
2АСМ 5/3 КЗ-03	0,024—0,03	0,25—0,29	4	0,25	74—67	То же
3АСМ 5/3 КЗ-03	0,028—0,034	0,27—0,3	3,7	0,22	76—65	«
63С М7—П КЗЛ (ТУ 2-036-974-86)	0,033—0,042	0,36—0,47	2,4	1,4	—	Дефекты в виде рисок и «комет»

и в производственных условиях различных предприятий подшипниковой промышленности: стойкость нового инструмента превысила в 3—10 раз и более (в зависимости от конкретных условий обработки) стойкость традиционных брусков из зеленого карбида кремния отечественного и импортного производства. Аналогичные результаты были получены и для брусков крупных сечений (0АСМ 7/5 КЗ-03 и 3АСМ 7/5 КЗ-03) при чистовом суперфинишировании колец больших диаметров (310.02, 312.01, 313.01).

Следует также сказать, что в ходе испытаний выявились и некоторые дополнительные достоинства алмазно-абразивного суперфинишированного инструмента: он

Новый композиционный алмазно-абразивный инструмент разработан НПО «ВНИПП» и НПО «ВНИИ-алмаз», выпускает их ПО «ГПЗ-4», в дальнейшем начнет выпускать. Полтавский завод искусственных алмазов и алмазного инструмента.

В настоящее время оба НПО продолжают совершенствовать инструмент: отрабатывают новые рецептуры особомелкозернистых брусков с зёрнами режущих элементов размером 2—3 мкм и менее, а также брусков для суперфиниширования колец шариковых подшипников в одну операцию; создают инструмент для суперфиниширования колец, выполненных из труднообрабатываемых материалов.

УДК 669.018.24:621.822-034.14

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДШИПНИКОВЫЕ СТАЛИ

Кандидаты техн. наук А. Г. КУРИЛОВ, О. А. ПОПОВ

Использование высококачественных материалов для изготовления колец и тел качения — одно из основных условий высокой надежности и долговечности подшипников. Да и экономии самих материалов: ведь чем выше качество исходных материалов, тем полнее могут быть реализованы возможности конструкторских и технологических решений при уменьшении массы подшипника. Именно поэтому программы по повышению эффективности подшипникового производства на предприятиях таких фирм, как СКФ (Швеция) и «Тимкен» (США), начинаются с мер по повышению качества металла.

здесь тоже большие. И первый из них — уменьшение загрязненности сталей неметаллическими включениями. Дело в том, что под интенсивным воздействием локальных циклических нагрузок неметаллические включения в металле, становясь очагами выкрашивания, определяют тем самым уровень долговечности подшипников. Причем наибольшую степень опасности представляют именно оксидные неметаллические включения, поэтому изготовители специальных сталей продолжают прилагать усилия к уменьшению количества кислорода в стали до 6—10 ppm (рис. 1).

Отечественный и зарубежный опыт свидетельствует, что средством снижения содержания кислорода в подшипниковой стали является ее вакуумная дегазация. Например, она широко применяется во многих ведущих зарубежных фирмах: СКФ (Швеция), «Тимкен» (США), «Санье-Стил» и «Айчи-Стил» (Япония), которые располагают высокопроизводительными агрегатами, где применяются вакуумирование, электромагнитное перемешивание, защита струи металла при разливе, позволяющие довести качество электростали до уровня качества стали электрошлакового переплава. Для производства подшипниковых сталей в Швеции разработан процесс СКФ-МР; японские фирмы «Айчи-Стил» и «Санье-Стил», а также западногерманская «Клекнер» занимаются вакуумированием стали с рафинированием в ковше (рис. 2). Та же «Клекнер» и японская «Кобе-Стил» плавку ведут в конвертерах, а в ковшах — рафинирование и вакуумирование. По данным «Кобе-Стил», в результате этих мероприятий, сочетающихся с непрерывной разливкой, содержание кислорода в подшипниковых сталях удалось снизить до 7 ppm и благодаря этому существенно повысить долговечность подшипников.

Из всех разновидностей вакуумной дегазации при производстве подшипниковой стали наиболее эффективным признано вакуумирование порционного типа. В этом направлении и ведется работа у нас. Ее результатом стало внедрение стали ШХ15-В, позволившее существенно повысить долговечность подшипников автомобильной и сельскохозяйственной техники.

Внепечное вакуумирование подшипниковой стали До-

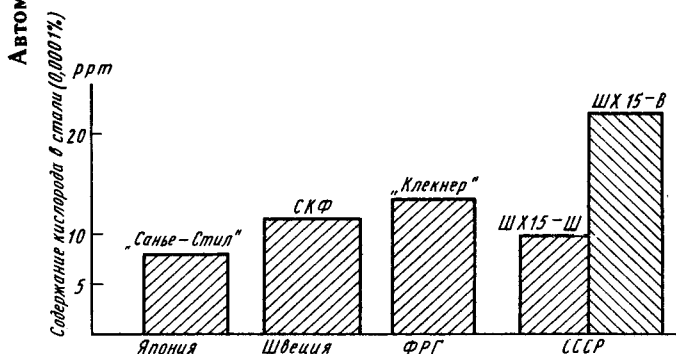


Рис. 1. Содержание кислорода в подшипниковых сталях

В настоящее время при производстве деталей подшипников наша подшипниковая подотрасль использует 30 более ста марок сталей и сплавов, так что резервы

нецкого металлургического завода и Оскольского электрометаллургического комбината ведется на установке порционного типа; начались исследования непрерывно-литой подшипниковой стали производства Оскольского электрометаллургического комбината. Кроме того, в 1986 г. на ОЭМК введен в действие комплекс по производству подшипниковой стали на принципиально новой технологической основе — с использованием в

сульфидных включений. Есть основания считать, что исключение грубых видов дефектов макроструктуры и шлаковых включений позволит превратить ее в сталь достаточно высокого качества.

В последние годы в мировой практике производства качественных сталей появилась тенденция к существенному повышению объема их выплавки в конвертерах. (Главными преимуществами конвертеров являются, во-

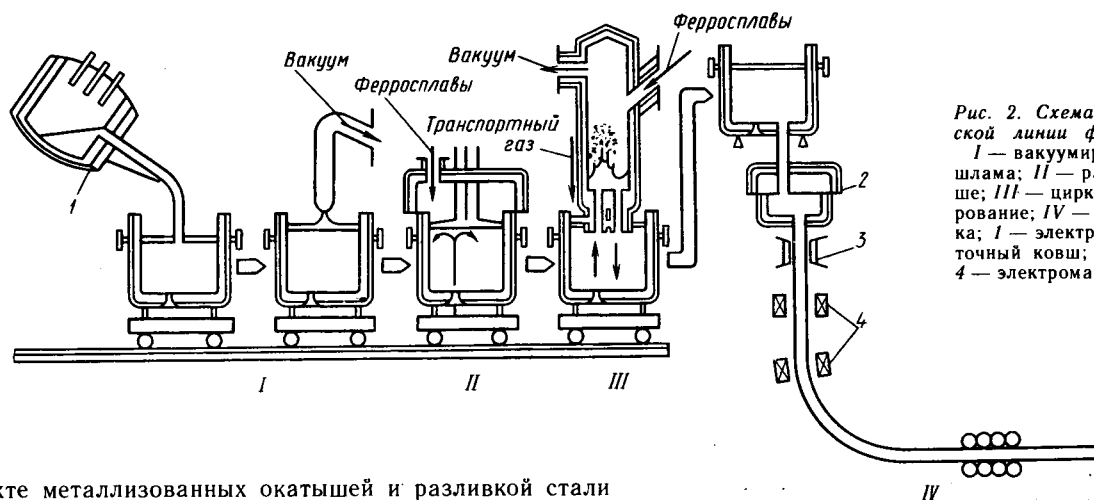


Рис. 2. Схема новой технологической линии фирмы «Айчи-Стилл»: I — вакуумирование с отсосом шлама; II — рафинирование в ковше; III — циркуляционное вакуумирование; IV — непрерывная разливка; 1 — электроды; 2 — промежуточный ковш; 3 — кристаллизатор; 4 — электромагнитный перемешиватель

шихте металлизированных окатышей и разливкой стали на машинах непрерывного литья заготовок. (Правда, в стали производства ОЭМК выявлен ряд специфических дефектов — плановые включения, развитая осевая неоднородность, подсадочная ликвация, связанных с неотработанностью процесса непрерывной разливки.)

Все подшипники качения для таких ответственных областей применения, как авиация, изготавливаются из металла, чистота которого обеспечивается использованием специальных металлургических методов, например, электрошлаковым переплавом (ЭШП), вакуумно-дуговым переплавом (ВДП), сочетанием ЭШП и ВДП, двойным ЭШП и ВДП. Эти методы, разумеется, не могут быть распространены на сталь для всех подшипников качения — по экономическим соображениям. Потому что, например, затраты на производство стали методом ЭШП более чем в 2 раза превышают затраты на сталь, изготовленную обычными методами.

Проводимая на подшипниковых заводах оценка неметаллических включений показала, что в прутках и трубах отдельных плавок есть не только окисные, но и сульфидные, и глобулярные включения до 4 балла шкалы ГОСТ 801-78. Причем их количество и размеры меняются от завода к заводу. Например, глобулярных включений в непрерывно-литой подшипниковой стали производства ОЭМК меньше. И их размеры значительно меньше, чем в аналогичных сталях других металлургических заводов. Хотя, заметим, и эта сталь не лишена недостатков. Так, в ней есть пластичные при температурах горячей пластической деформации включения с силикатной матрицей и вкраплениями хрупких продуктов системы  $Al_2O_3 - CaO(MgO)$ . Характерный их признак — наличие в силикатной матрице натрия, указывающее на то, что источником загрязнения могут служить смеси, используемые в кристаллизаторе для защиты металла от окисления. Встречается и второй тип включений — полухрупкие строчечные. Они представлены грубыми строчками корунда, иногда с примесью окиси марганца, и отдельными вкраплениями окиси циркония. Возможный их источник — отклонения в разливочных стаканах, которые согласно анализу состоят в основном из корунда (до 80 %) с примесью (до 8 %) окиси магния, небольших количеств кальция, окислов других элементов (кремния, хрома, железа, натрия).

Вместе с тем сталь ОЭМК, несомненно, обладает рядом достоинств: при отсутствии центральной пористости она имеет низкую точечную неоднородность, т. е. высокую плотность, низкое содержание глобулярных и

первых, в несколько раз более высокая производительность, чем у электродуговых и мартеновских печей, и, во-вторых, более низкое содержание вредных примесей — таких, как фосфор, сера, титан.) В США, например, в 1986 г. конвертерная выплавка достигла 60 %, в то время как в электродуговых печах, а в мартеновских печах — всего 4 %. Как сообщил на одном из симпозиумов представитель западно-германской фирмы «Клекнер», в ФРГ выпуск конвертерной стали достиг 80 % общего объема ее выплавки. (Исследования этой фирмы, в частности, показали, что подшипниковая сталь типа ШХ15, выплавленная в конвертерах, по качеству не уступает стали, полученной в электродуговых и мартеновских печах.) В Японии в настоящее время освоена технология производства подшипниковой стали типа ШХ15, включающая выплавку стали из чугуна в конвертере, внепечное рафинирование и непрерывную разливку при магнитном перемешивании в кристаллизаторе и на участке слитка с жидкой фазой до окончания кристаллизации. Эта технология обеспечивает значительное снижение содержания в стали фосфора, серы, титана и кислорода (до 5—10 ppm).

Одним из направлений работ по повышению качества металла становится совершенствование методов исследования подшипниковых сталей. Так, использование современных количественных микроскопов позволяет создать новые методы оценки, предъявить металлургической промышленности научно обоснованные требования к чистоте сталей и изыскать наиболее целесообразные пути решения проблемы повышения их качества. Исследования, например, доказали: чтобы достичь мирового уровня по качественным показателям отечественных подшипниковых сталей, нужны 100 %-е их вакуумирование, снижение содержания кислорода в сталях ШХ15-В и ШХ15СГ-В до 10—15 ppm (0,0010—0,0015 %), окисных и глобулярных неметаллических включений; переход на конвертерный способ производства в сочетании с внепечной обработкой и вакуумированием; разработка и внедрение мероприятий, способствующих устранению шлаковых включений, снижению микропористости, ограничению содержания кислорода до 10—15 ppm в непрерывно-литой подшипниковой стали ОЭМК.

УДК 621.9.079:621.822.71.002.2

## Улучшающая обработку незакаленных шариков

Канд. техн. наук. Е. П. ЗАДРОГИН

Известно, что в настоящее время технологический процесс изготовления шариков предусматривает применение в больших количествах горючесмазочных материалов, олеиновой кислоты и триэтанолamina, оказывающих негативное влияние на окружающую среду. Поэтому поиском путей сокращения расхода или замены этих материалов заняты многие специалисты.

Работы ведутся по двум направлениям. При первом создаются заменители этих материалов и новые технологические процессы, исключаящие или уменьшающие потребность в экологически вредных жидкостях (например, на ГПЗ-4 заменили операцию «шлифование закаленных шариков», потребляющую значительное количество дизельного топлива, операций «предварительная элеваторная доводка шариков», существенно сокращающей употребление ГСМ, а процесс окончательной доводки, как элеваторной, так и безэлеваторной, проводят с пастой на водной основе («Гидропол-1»), заменив индустриальные масла, традиционно используемые в качестве основы доводочной пасты. Второе направление — разработка технологического процесса и приемов работы с водосмешиваемой, экологически чистой СОЖ для операций, предшествующих термообработке. Этими операциями являются «обкатка» и «шлифование незакаленных шариков», на первой из которых в качестве СОЖ использовался водный раствор триэтанолamina и олеиновой кислоты, на второй — дизельное топливо и синтетические жирные кислоты фракции  $C_{17} - C_{20}$ .

Операция «обкатка» шариков выполняется на станках ОШ-30, инструментом служат чугунные диски твердостью НВ 420—450, модифицированные иттрием; операция «шлифование незакаленных шариков» осуществляется на станках МШ-33М и МШ-33Г, инструмент — вращающийся шлифовальный круг плотностью  $2,81 - 2,91 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$  и прижимной чугунный диск твердостью НВ 180—200. Теперь на обеих операциях в качестве СОЖ применена новая водосмешиваемая смазочно-охлаждающая жидкость — 1—5 %-й раствор «Гидропол-2», разработанный Харьковским политехническим ин-

Тип шарика	Съем металла при СОЖ «Гидропол-2», мкм/ч			Съем металла при технологической СОЖ, мкм/ч		
	минимальный	максимальный	средний	минимальный	максимальный	средний
1/8"	2,8	12,8	7,8	1,1	8	4,55
5/32"	3,3	10	6,85	3,3	8,3	5,8
3/16"	2,5	15	8,75	1,6	12,5	7,05
7/32"	2,5	17,5	10	3,8	11,3	7,55
1/4"	8,3	17,1	12,7	5,8	16,1	10,95
9/32"	16,6	23,3	19,95	8	11,5	9,75
5/16"	12,8	27,5	20,15	16,1	20,5	18,3
13/32"	16,1	48,5	32,3	15	20,8	17,9
7/16"	28,3	46,6	37,45	16,3	21,1	18,7
17/32"	11,6	35	23,3	16,3	23,3	19,8
13/16"	40	70	55	16,6	33,3	24,95
13/16"	61,1	84,2	72,65	35,8	50,3	43,05

Таблица 2

Тип шарика	Съем металла при СОЖ «Гидропол-2», мкм/ч			Съем металла при технологической СОЖ, мкм/ч		
	минимальный	максимальный	средний	минимальный	максимальный	средний
3/16"	3,3	10	6,65	2,1	6,1	4,1
1/2"	26,6	67,5	57,05	20	50	35
9/16"	21,25	66,1	43,7	19,3	48,6	33,95

ститутом и выпускаемый в Бердянске.

По степени воздействия на организм человека СОЖ «Гидропол-2» относится к 4 классу опасности (малоопасные вещества по ГОСТ 12.1.007—76) и не обладает сенсibiliзирующим эффектом, способностью к кумуляции, кожно-реорбритивным и раздражающим действием.

СОЖ готовится следующим образом. В очищенные от остатков технологической СОЖ сливные баки станков заливается по 240 л горячей — 320—330 К (50—60 °С) воды из цеховой системы. Отдельно в 10 л той же воды разводится смазка «Гидропол-2», взятая в количестве, необходимом для разведения в 240-литровом баке. Разведенная до полного растворения «Гидропола-2» смесь переливается в сливной бак станка.

В связи с тем, что как в процессе обкатки, так и при шлифовании СОЖ из сливных баков станков интенсивно испаряется, для подпитки баков предусмотрена специальная емкость вместимостью 9 м<sup>3</sup>. Однако установлено: если из этой емкости подавать в станки СОЖ с 2—3 %-м содержанием «Гидропола-2», то в их сливных баках концентрация

«Гидропола-2» резко возрастает — иногда до 10 %. Из-за этого поверхность обработанных шариков покрывается гидропальной пленкой, что затрудняет последующие контрольные операции. Чтобы предотвратить такое явление, подпитывающую емкость теперь заправляют жидкостью с меньшим (0,5—0,7 %) количеством «Гидропола-2».

Смазочно-охлаждающая жидкость «Гидропол-2» внедрена при шлифовании незакаленных шариков из стали ШХ-15Ш диаметром от 7/16" (11,112 мм) до 1 7/8" (47,625 мм) и на операции «обкатка» шариков из стали ШХ-15Ш и 8Х4В9Ф2-Ш диаметром от 3 мм до 1 7/8" (47,625 мм). Сравнительные результаты полученной скорости съема металла с шариков на этих операциях при традиционной технологической СОЖ и СОЖ на основе «Гидропола-2» приведены соответственно в табл. 1 и 2.

Из таблиц видно, что замена обычных технологических СОЖ на новые позволила не только унифицировать компоненты новой СОЖ, повысить экологическую чистоту технологии обработки шариков, но и получить значительный выигрыш в производительности труда.

УДК 621.923.079:621.822.002.2

## «Синтал-2»

А. И. ГРАЧЕВ

До недавнего времени в автомобильной промышленности применялись СОЖ устаревших марок (ЭТ-2, ЭГТ, НГЛ-205 и т. д.), главные недостатки которых — невысокая производительность работающего с ними оборудования и их низкая биологическая и технологиче-

ская стойкость. Однако сейчас положение изменилось: ведущими научными организациями Минавтосельхозмаша совместно с НПО «МАСМА» (г. Киев) созданы принципиально новые высокоэффективные полифункциональные СОЖ, соответствующие лучшим мировым образцам, а в ряде случаев и превосходящие их. В том числе такие, как «Аквол» и «Укринол», «Синтал-2» и некоторые другие. Причем одна из них — «Синтал-2» — предназначена специально для применения

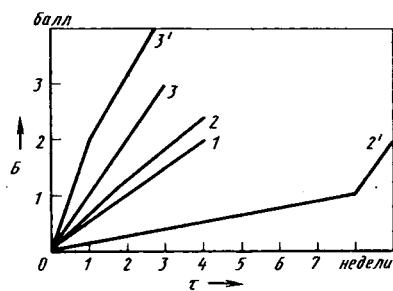


Рис. 1. Влияние длительности  $\tau$  испытаний на бактериальное поражение (Б) СОЖ «Симперизл Т-20» (1), «Синтал-2» (2) и ИХП-457 (3) в индивидуальных системах эксплуатации и централизованной системе (2' и 3')

на операциях лезвийной и абразивной обработки подшипников.

«Синтал-2» представляет собой сбалансированную смесь минерального масла, противозадирных присадок, эмульгаторов и ингибиторов коррозии. При смешивании с водой он образует стабильную эмульсию молочно-белого цвета, обладающую целым рядом преимуществ перед неплохо себя зарекомендовавшими СОЖ ИХП-45Э.

Так, при шлифовании дорожки качения кольца подшипника 180603.02 за счет повышения скорости подачи время цикла сокращается на 20, а при шлифовании отверстия того же кольца — на 22%. При этом параметры шероховатости обрабатываемой поверхности, отклонение от круглости и волнистости полностью соответствуют требованиям нормативно-технической документации. Следует отметить и то, что при использовании СОЖ «Синтал-2» ожоги на шлифуемых поверхностях полностью отсутствуют, в то время как при ИХП-45Э штриховые ожоги наблюдаются почти у 15% обработанных колец.

О биологической стойкости СОЖ «Синтал-2» в эксплуатации говорит рис. 1, где приведено изменение

бактериальной зараженности эмульсий на основе продуктов «Симперизл-Т-20» (США), ИХП-45Э (СССР) и «Синтала-2», применяемых в индивидуальных и централизованных системах подачи СОЖ. Как видим, в индивидуальных системах стойкость 7%-х эмульсий на основе «Симперизл-Т-20» и «Синтала-2» примерно идентична и составляет четыре недели, для эмульсии ИХП-45Э — лишь три недели; в централизованных системах 5%-я эмульсия «Синтал-2» нормально функционирует не менее восьми недель, тогда как ИХП-45Э выходила из строя уже через две-три недели.

Такие же результаты получены и по анализам содержания эмульсола в рабочих эмульсиях (рис. 2): при длительной (до восьми недель) эксплуатации в централизованной системе содержание эмульсола в «Синтале-2» почти не изменяется. А ведь известно, что между изменением состава эмульсии в процессе эксплуатации и степенью ее биопоражения имеется определенная взаимосвязь: при наличии биопоражения эмульсии на уровне 3 баллов содержание эмульсола заметно уменьшается, что объясняется активным взаимодействием бактериальной микрофлоры с органическими веществами, входящими в состав эмульсола.

Приемлемы, как установлено специализированными медицинскими научно-исследовательскими организациями Одессы и Вологды, и токсикологические свойства СОЖ «Синтал-2». Установлено, что эта жидкость не обладает кумулятивными свойствами, не оказывает сенсibilизирующего влияния на организм, раздражающего действия на кожу и слизистые оболочки. И это понятно: содержание токсичных компонентов (формальдегид, ацетон, хлористый водород, метанол, аэрозоль минерального мас-

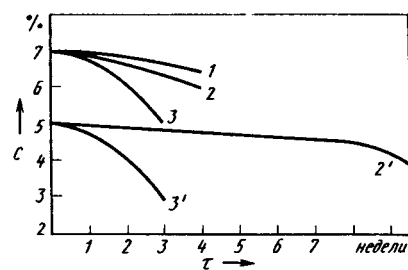


Рис. 2. Влияние длительности  $\tau$  испытаний на концентрацию (С) эмульсола в СОЖ «Симперизл Т-20» (1), «Синтал-2» (2) и ИХП-457 (3) в индивидуальных системах эксплуатации и централизованной системе (2' и 3')

ла), образующихся в результате термоокислительной деструкции СОЖ при шлифовании, в 2—7 раз ниже предельно допустимых концентраций.

Серьезные трудности при эксплуатации СОЖ создает, как известно, их разложение и утилизация после использования.

Оказалось, что и с этой точки зрения «Синтал-2» особой проблемы не представляет. Его можно утилизировать одним из трех хорошо освоенных способов: обработкой стоков концентрированной серной кислотой или коагулянтами (например, глиноземом), а также термической переработкой с последующей утилизацией компонентов. (Например, на серийной установке по термической переработке из «Синтала-2» можно за год получить 1,2 тыс. т вторичного концентрата, пригодного для использования в централизованных системах эксплуатации СОЖ, и ~23 тыс. м<sup>3</sup> чистой воды. Причем себестоимость утилизации 1 т отработанной СОЖ составит в этом случае 2,5 руб.)

Производство «Синтала-2» освоено на Горьковском ОНМЗ и применяется на ГПЗ-23 в виде 3—5%-х эмульсий. Экономический эффект — 462 руб. на 1 т СОЖ.

## ИНФОРМАЦИЯ

### ЗА РУБЕЖОМ

УДК 621.822.002

#### ОСНОВНЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ ПОДШИПНИКОВ

В. И. РОГАТИНСКИЙ, Н. Г. ЭДЕЛЬМАН

В последние годы (после нескольких лет обострения конкурентной борьбы и сильного снижения цен) в мировой подшипниковой промышленности с общим капиталом в 14 млрд. долл. снова наблюдается подъем. Цены на подшипники значительно возросли (в среднем на 7%, а в США с лета 1988 г. — на 12—15%, в том числе на некоторые специальные подшипники — почти вдвое). Мировой спрос на подшипники повышается приблизительно на 4% в

год, заводы работают на полную мощность. Однако это не исключило структурные изменения: небольшие фирмы поглощаются крупными и даже средние не выдерживают конкуренции, т. е. мощности концентрируются в руках нескольких поставщиков.

Так, около половины мирового товарооборота реализуется крупнейшими фирмами — шведской «СКФ», японскими «НСК» и «НТН», западно-германской «ФАГ», американскими «Торрин-

гтон» и «Тимкен». Причем японские фирмы увеличивают свой товарооборот в Западной Европе и Северной Америке, наращивают там производственные мощности. Но и их конкуренты не сдают завоеванных позиций.

Главные изготовители подшипников в Западной Европе — фирмы «СКФ», «ФАГ» и «ИНА» в 1989 г. владели 62% западноевропейского рынка (более 70% — рынка ФРГ), американская «Тимкен» — 5% этого рынка.

Для координации своих действий западные фирмы используют широкую информационную сеть на основе полной компьютеризации, что дает возможность осуществлять глобальное прогно-

зирование и контроль производства, а также контроль системы поставок и полное информирование заказчиков. Такие системы используют, в частности, фирмы «Тимкен» и «СКФ».

С точки зрения типажа подшипников, обстановка тоже меняется: растет производство шариковых и снижается выпуск роликовых; резко увеличивается спрос на миниатюрные подшипники, используемые в электронной промышленности.

Определились и направления исследовательских работ. Ими стали: повышение грузоподъемности, долговечности, точности подшипников; расширение диапазона их частот вращения; улучшение трибологических характеристик; снижение шума и вибраций; совершенствование сборки и упрощение технического обслуживания; создание новых методов расчета; разработка новых материалов. Причем последнее становится все более существенным.

Например, все крупнейшие изготовители подшипников используют для производства колец сталь 100С гб. Благодаря дегазации в вакууме, электрошлаковому переплаву и другим методам рафинирования им удалось увеличить степень чистоты этой стали и тем самым повысить эксплуатационную надежность и долговечность подшипников.

Делают подшипники также из стали SKF 3, выплавленной по методу SKF MR (плавка в электродуговой печи и рафинирование в ковше). Такие подшипники имеют повышенную долговечность, причем даже в условиях высоких нагрузок.

Все шире используется техническая керамика, хотя производство подшипников и элементов качения из этого материала еще очень дорого. Изготовителей привлекают такие ее качества, как механическая прочность; термостабильность; высокая коррозионная стойкость; небольшие плотность и коэффициент трения; хорошие диэлектрические свойства; стойкость в агрессивных средах, что особенно важно для подшипников специального назначения.

Промышленное производство керамических подшипников только начинается, но большинство крупных фирм уже приступило к их выпуску. Пример тому — международная промышленная выстав-

ка в Токио (1988 г.), где были показаны 11 станков, оснащенных керамическими подшипниками. Второй пример — наметки фирмы «СКФ»: по ее планам будут оснащены керамическими подшипниками в течение пяти лет от 20 до 30 % шпиндельных узлов станков, а в течение 12—15 лет — 100 % валов турбореактивных двигателей.

Выпускают зарубежные фирмы и подшипники смешанной конструкции — с металлическими кольцами и керамическими шариками.

Высокая чистота материала и усовершенствование методов термообработки привели к тому, что усталостная долговечность перестала быть параметром, определяющим срок службы подшипников, и большую роль здесь играют поддержание подшипникового узла в чистоте, высокое качество его смазки. Что касается грузоподъемности подшипников, то ее увеличивают путем совершенствования конструкции — оптимальным выбором соотношения радиусов шариков и профилей дорожки качения. В частности, увеличению грузоподъемности конических роликовых подшипников — они широко применяются в автомобилестроении, в узлах, где наблюдается изгиб валов и перекосы, — способствует применение логарифмического профиля роликов и колец, т. е. оптимальная форма контакта и, следовательно, минимальное трение и изнашивание контактирующих элементов.

Большинство зарубежных фирм в настоящее время выпускают подшипники с интегрированными уплотнениями и тщательно подбирают смазку — так, чтобы она не требовала замены в течение всего срока службы подшипника.

Шум подшипниковых узлов машин пока еще остается высоким, хотя сепараторы из синтетических материалов несколько снижают его уровень. Поэтому многие фирмы идут сейчас по пути повышения класса точности изготовления внутренних колец подшипников — параметра, которому прямо пропорциональны вибрации.

Статистика свидетельствует: почти 10 % подшипников получают те или иные повреждения при сборке. В связи с этим зарубежные фирмы очень много

занимаются совершенствованием ее технологии, используемых приборов и инструмента, а также автоматизацией всех сборочных операций. Да и не только их: доказано, что малые ЭВМ и микропроцессоры делают производственные мощности гибкими, самонастраивающимися на конкретные условия, т. е. отвечающими требованиям научно-технического прогресса. Замена универсального оборудования с ручным управлением на оборудование с электронным управлением способствует существенному повышению эффективности и производительности труда, снижению себестоимости продукции, повышению ее качества. Например, станки с ЧПУ обладают высоким быстродействием, точностью перемещения рабочих органов, обеспечивают выполнение по заданной программе не только основных геометрических, но и технологических команд: изменение в широких пределах частоты вращения, рабочих подач, смену инструмента, введение коррекции и др. Компонировка станков, как правило, предусматривает устройства удаления стружки, облегчения загрузки и выгрузки, высокие жесткость и виброустойчивость несущей системы.

В производстве подшипников все шире используются перенастраиваемые модули и комплексы, оснащенные средствами автоматизации, транспортными и погрузочно-разгрузочными системами, в том числе промышленными роботами. Опыт, в частности, показывает, что при помощи роботов могут быть автоматизированы установка и снятие деталей со станка, смена обрабатываемого инструмента, контроль базирования детали в зажимном приспособлении, транспортирование от станка к станку, обеспечение заданной последовательности обслуживания станков.

Большое внимание за рубежом уделяют также выбору вспомогательного оборудования: оно, как правило, обеспечивает непрерывную работу комплекса в течение нескольких часов, быстрое перенастраивание при смене объекта обработки, работу в автоматическом или полуавтоматическом режимах. Системы управления вспомогательным оборудованием имеют возможность стыковки с системами роботов и основного технологического оборудования.

## УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В 1990 г.

	№		№
Бубнов Ю. И.— Перспективы развития подшипниковой промышленности	12	Беличенко Г. Г., Ежикова З. И.— Цены и технический уровень мототехники	6
Победу ковали люди	5	Берлин С. М., Куренков В. И., Певзнер Г. Б.— Новый хозяйственный механизм в «литейке»	2
Подобляев С. В.— НПО «НИИТавтопром»: 45 лет поисков и решений	8	Будовнич М. Б.— Статистические методы как средство управления качеством	7
<b>СОЦИАЛЬНАЯ И КАДРОВАЯ ПОЛИТИКА</b>			
Уткин Ю. С., Бусаров И. П.— Ускорение социального развития научного коллектива — требование времени	8	Высотский М. Д., Николаев Ю. В.— Отрасль и проблемы выпуска товаров народного потребления	2
Куликов Ю. М.— Через подготовку и повышение квалификации кадров — к высокому профессиональному уровню коллектива	8	Галензовская Л. Я.— Патентно-лицензионный поиск на службе технологической науки	8
<b>ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА</b>			
Аксютин В. Д., Розанов П. Н.— Метрологическое обеспечение качества продукции	9	Городецкий Я. Г.— Предпосылки формирования арендных отношений	3
Барановский Ю. В., Рыженков В. Д., Паутов В. Л.— Экономика научно-технического прогресса	8	Егоров В. Я., Христензен В. Г.— Оптовая торговля продукцией предприятий отрасли	7
Батищев И. И., Зязев В. А.— Комплексное транспортно-экспедиционное обслуживание предприятий отрасли	10	Ерофеев В. П., Рудерман В. Е.— Инструментальный цех на подраде	2
Башинджаган Е. А.— Об инструменте и эффективности производства	5	Жуков В. П., Афанасьев В. В.— Проблемы, требующие решения	12
		Кобриков Б. С.— Техничко-экономическое обоснование грузового автомобиля: целевой доход	11
		Козлов М. Я.— Автоматизация рабочих мест конструкторов	9



Колосов В. К., Вязмитин С. Г.— Материальная ответственность за ущерб  
 Колотилин Д. А.— Стандартизация, технологический уровень и качество продукции  
 Корень Г. М.— Хозрасчет в отраслевой науке: уроки первых лет  
 Костров А. В.— МАМИ и АЗЛК: прямые и обратные связи  
 Кузнецова Л. Н., Комаров А. В.— Подшипники качения. Ценообразование  
 Лаптев Б. Ф.— Основные направления развития пакетных и контейнерных перевозок  
 Левин В. С.— Бригадный хозрасчет в инструментальном производстве  
 Лещенко М. И.— Выбор экономически выгодного варианта технологического процесса  
 Мартэн Л. Ф.— Новый хозяйственный механизм в зеркале переписки с министерством  
 Мезенцева Л. В.— Автоматизация эргономических исследований автомобилей  
 Молокович А. Д.— Проблемы автоматизации производства  
 Молокович А. Д.— Полный хозяйственный расчет в теории и на практике  
 Нарышкин В. Н., Семкин К. Д.— Научные исследования — основа НТП  
 Пашков В. И.— Совершенствование оплаты труда  
 Репин Э. Г.— Проект Закона о качестве: тормоз или ускоритель технического прогресса?  
 Тарасов А. Н., Комиссаров А. В.— Формирование конструкторско-технологической документации  
 Татарченко А. Е., Черкунов В. Б., Черкунов Б. В.— Простые и надежные способы доставки грузовых АТС  
 Титов В. Н.— К технологическим комплексам «под ключ»  
 Федуров Г. В.— Трудовые ресурсы и новые условия хозяйствования  
 Чудаков А. Д., Шаров В. Г., Фалевич Б. Я.— Гибкая система планирования в механообработке  
 Швандар В. А., Еремеев С. Р., Гетманцева Г. А.— Экономические рычаги управления качеством услуг  
 Янин В. Е., Маньковская Е. И.— Производственно-экономическое обучение в 1989—1990 учебном году

#### КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Аболтин Э. В., Курбатов В. М.— Особенности работы турбонаддувного дизеля в горных условиях  
 Агранович А. Б.— Система аварийной защиты ДВС  
 Азаматов Р. А., Сибгатуллин Э. С., Тимергалеев Р. Г.— Композиционные материалы в автомобилях КамАЗ  
 Акулов И. П.— Автомобиль ЛуАЗ-1302: электрооборудование  
 Александров Е. Б., Семенов В. М., Трикоз А. А.— Об основном показателе главной передачи грузовых автомобилей и автопоездов  
 Алякринский А. К., Лебедев В. А., Шейпак А. А.— «Гибрид» дизеля с турбиной — перспективная силовая установка  
 Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. Н.— Выбор конструкций узлов АТС  
 Бабичский М. С., Малятин В. В., Юшко В. И.— Моделирование рам автомобиля МАЗ-5551  
 Бакланов В. В., Костюков А. В., Светлогорский Л. Л.— ГТД на автомобилях: реальность и перспективы  
 Балабин И. В., Агеев В. Б.— Вязкостная муфта в трансмиссии легкового полноприводного автомобиля  
 Банников В. В.— Датчики для электронных систем управления ДВС  
 Бекшаева А. С.— Отечественные рефрижераторы  
 Белов В. А., Шлыкова А. В., Лебедева Е. Н.— Детали из высокопрочного чугуна  
 Богуславский В. И., Бронштейн М. И., Водолаженко В. В.— Амортизатор на основе магнитной жидкости  
 Бородич А. М.— Проблемы «северного» автомобиля  
 Боряхин Б. А., Судаков И. С.— Прогрессивные конструкции подшипников качения для грузовых автомобилей  
 Вайсман М. И.— Колебательные процессы в трансмиссиях АТС  
 Вейнблат М. Х., Федякин П. А.— Дымность дизеля на режимах холостого хода — проблема разрешимая  
 Веремченко В. С.— Минский спортивно-игровой велосипед  
 Воронин В. Г.— АГТД, работающий на бензине, — экологически чистый ДВС

Галактионов А. М., Полуэктов В. В.— АБС и работа тормозного привода  
 Герашенко В. В., Куприянич В. В., Вовк А. В.— Электрогидравлическая  
 Герзон П. С., Арбузов Н. В., Янушас Ч. К.— Новое сцепление для мокиков  
 Гируцкий О. И., Гаронин Л. С., Жаворонков В. И.— Городские автобусы: развитие параметров назначения  
 Гирявец А. К., Муравлев В. В., Тулкин В. Н.— Архитектура микропроцессорных систем ДВС  
 Гордеев Б. А., Образцов Д. И.— Вибро- и шумоизолирующая подвеска силового агрегата  
 Горшков С. А., Гурин В. А., Тихомиров А. Н.— Пусковые свойства двигателя, работающего на газе  
 Грымов В. И.— Автомобиль АЗЛК-2335  
 Гусаров А. П., Тартаковский Л. М., Филиппов Т. Р.— Экологичный дизель: проблемы и пути решения  
 Демченко Н. И.— Для улучшения обогрева грузов в автомобиле-самосвале БелАЗ-7522  
 Дмитриев С. Ю.— Резонатор в системе выпуска двухтактного двигателя  
 Дмитриевский А. В., Тюфяков А. С.— Метод определения регулировочных характеристик  
 Дылевский И. В.— Автоматизация управления экспериментом в аэродинамической трубе  
 Евенко В. И., Евенко В. В.— Воздух в качестве рабочего тела двигателя Стирлинга  
 Егин Н. Л.— Воздухоочистители с ионизатором и озонатором топливовоздушной смеси  
 Егин Н. Л.— Регулируемый амортизатор  
 Есеновский-Лашков Ю. К., Левит М. З., Щерников Г. М.— Фрикционные узлы из экологически чистых композитов  
 Жигалов А. И.— Тормозная система мотоцикла с боковым прицепом  
 Жогов Л. А., Зеленин Ю. Л., Котляренко В. И.— Жаркий климат и топливная экономичность АТС  
 Жогов Л. А., Зеленин Ю. Л., Ботанов М. И.— Двигатель — чистый воздух  
 Заславский О. Я., Брижанев В. М.— Новые устройства для осевой фиксации пары «ось — втулка»  
 Зайченко Е. Н., Стекачев И. П., Стефановский А. Б.— Электроподогреватели: конструкции и эффективность  
 Иваницкий С. Ю.— Роторно-поршневой двигатель: мечта или перспектива?  
 Иванов С. Н., Кочешков Н. П.— Карданные передачи с трубами из композитов  
 Ищенко В. Н., Николаев Н. П.— Дублирующая система предпусковой смазки дизеля  
 Каверин В. С.— Мотоцикл «Индьюро». Особенности конструкции и преимущества  
 Карачевцев В. Я., Вдовиченко Ю. Н.— Вместо автоцистерн — контейнеры-цистерны  
 Карцев В. И., Исаков А. Э.— Финишная размерная обработка придает деталям двигателей новые качества  
 Козлов В. П.— Автомобиль ЛуАЗ-1302: кузов  
 Комарова Н. И., Корчемный Л. В.— Потери мощности в механизмах газораспределения  
 Крайнык Л. В.— Электронные  
 Крайнык Л. В., Гнипович В. И., Каминский Б. В.— Городские автобусы: современные концепции и проблемы развития  
 Крестовников Г. А., Плиев И. А., Брянский Ю. А.— Выбор межсекционного привода четырехгусеничного транспорта  
 Кузнецов Б. К.— Автобус ПАЗ-3206  
 Кузьмин В. А., Кулагин С. А.— Подшипники качения для легковых переднеприводных автомобилей  
 Куликов А. И., Гуреев В. Я., Бурдыга В. А.— Само-смазывающиеся и самоупрочняющиеся кольца  
 Лапенко В. А.— С учетом функциональных требований к подшипниковым узлам  
 Лимонад Ю. Г., Бартечев С. Л., Петрушов В. А.— Автомобиль в аэродинамической трубе и на дороге  
 Лукин А. С., Стародубец Н. А., Тябликов Ю. Е.— Шатун из композита  
 Лысенко Л. В.— Устройство для питания тормозов сжатым воздухом  
 Майборода О. В., Савельев В. В.— Эргономические свойства систем  
 Мельников А. А., Коняшов В. В., Малявин В. М.— Новый легковой автомобиль ГАЗ. Подвеска с электронным управлением  
 Михайлова Н. Н., Левитин К. М.— Противотуманные фары и их перспективы

Мордашов Ю. Ф.— Регулятор пригоден и для грузового автомобиля  
Мульченко Б. Ф.— Лазер повышает надежность деталей АТС  
Никитин Ю. Н., Коротеев С. В., Макаревич П. С.— Профиль поршня и смазывание деталей цилиндропоршневой группы  
Оловянишников В. А., Георгиевская Б. В., Кузнецов В. В.— Технологии и надежность тяжело нагруженных зубчатых колес  
Папашев О. Х.— Автомобиль ЗАЗ-1102. Задняя подвеска  
Пепелин Б. А.— Роторы турбокомпрессоров становятся совершеннее  
Перекатов Ю. Н., Жевченко Ю. Ю.— Защитно-упрочняющие покрытия как средство улучшения потребительских свойств АТС  
Петрушов В. А.— О поправках к  $C_x$  при масштабном моделировании  
Плыкин А. В., Проклов А. Е., Кичжи А. С.— Новые троллейбусы завода имени Урицкого  
Полунов В. А.— Нужны технологически унифицированные автомобили  
Робак Я. М.— ЛуАЗ-1302 — легковой автомобиль повышенной проходимости  
Самойлов Н. П., Вахошин Л. И.— Дополнительная подача воздуха и показатели двигателя  
Сердюк Е. А.— Автомобиль АЗЛК-2141. Система отопления и вентиляции  
Сироткин З. Л., Корнилов В. Л.— Производственная технологичность закладывается конструктором  
Сироткин З. Л., Котляренко В. И.— Транспортные средства для Крайнего Севера  
Сорокин А. Е.— Особенности конструкции автомобилей АЗЛК-2141-01 и АЗЛК-21412-01  
Стефановский Б. С., Репних А. Т., Гаделшин Р. К.— Эффективность двухконтурной впускной системы ДВС  
Таллерчик Б. А., Панов А. И., Егорова Т. П.— Позисторный подогреватель топливного фильтра  
Тартаковский Л. М., Соколов М. Г., Зиняев А. Б.— Топливная аппаратура повышенной энергии впрыскивания  
Тверсков Б. М.— Тягач МАЗ-537 с двигателем ЯМЗ-84011  
Тимофеев С. А., Мосавин С. А., Бученков Н. С.— Автоматизированное проектирование речных рулевых механизмов  
Тихонов А. К., Босов А. М., Ивлев В. А.— Алюминиевые сплавы на автомобилях ВАЗ  
Токарев А. А., Шмидт А. Г.— Составляющие топливного баланса автомобиля  
Токарев А. А.— Десять конструктивных факторов, определяющих рабочие параметры АТС  
Токарев А. А.— Конструкция и комплексные технические показатели АТС  
Устимов А. И.— Двухтактный ДВС — серьезный конкурент четырехтактному  
Ханин Н. С., Климович Ю. Ф., Кикнавелидзе Г. В.— Двигель ЯМЗ-КАЗ-642: идеология и конструкция  
Ханин Н. С., Аршинов Л. С.— Дизели с наддувом. Состояние и перспективы  
Хортов В. П.— Альтернатива традиционному цеховому транспорту  
Хохряков В. П.— Автоматические системы отопления кабин и салонов  
Цхададзе Т. А.— Надежные валы трансмиссий  
Черкунов В. Б., Черкунов Б. В.— Малотоксичный глушитель  
Черневский Л. В., Илюхин П. А., Свириденко В. Ф., Спектор А. А.— Развитие САПР конструкций подшипников  
Шевчак Д. А., Симхович Н. И.— Детали подшипников из композитов  
Шмидт А. Г., Смирнов В. А., Петров В. Б.— Резервы топливной экономичности легкового автомобиля  
Шпак Л. С., Горевой Б. И.— Клапан-автомат  
Шульженко А. В.— Малогабаритный ограничитель-компенсатор  
Шурков В. Е., Цапов Н. Н.— Прокладка снижает теплонапряженность деталей  
Эфендиев А. М.— Надежность двигателей в условиях пустынь и полупустынь  
Яхин Б. А., Кальченко А. А.— Карданные подшипники становятся совершеннее

Яценко Н. Н., Шалдыкин В. П.— Аттестация и сертификация АТС. Достоверность оценок

### АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ

Антропов Б. С., Мочалов С. В.— Ресурс двигателей можно и должно использовать полностью  
Банников В. В.— Светодиод как средство диагностирования электроники  
Банников В. В.— Оценка исправности датчиков  
Безверхий С. Ф., Кирпичников А. А.— Конструкции АТС и проблемы их технического обслуживания  
Брюханов А. Б., Лаптев В. П.— Характеристики распределителей зажигания  
Брюханов А. Б.— Электронные корректоры УОЗ  
Бяхин Б. А., Исудов И. С.— Условные обозначения подшипников  
Вахменцев С. В., Зотов В. Н.— Тормозные свойства АТС, находящихся в эксплуатации  
Вольтер А. П.— Автосервис: максимум эффекта при минимуме затрат  
Глейзер А. И., Седыкин Е. Я.— Балансировка колес: статическая или динамическая?  
Глотов Ю. А.— Приспособление можно улучшить  
Головатенко А. Г., Цвирко В. И., Головатенко В. Г.— Обкатка дизелей ЯМЗ после капитального ремонта  
Гребнев В. М., Бондаренко Б. Г.— Восстановление вкладышей подшипников ДВС  
Ермаков В. И.— Восстановление гибкого вала спидометра  
Ермаков В. И.— Простые и полезные приспособления и решения  
Ефименков В. И.— Стенд для испытания масляных насосов  
Заславский О. Я., Брижанев В. М.— «Вечная» гайка резьбового соединения  
Канарчук В. Е., Дмитриев Н. Н., Попельш И. И.— Поэлементное диагностирование топливной аппаратуры дизеля  
Канарчук В. Е., Ходосов Б. В., Дмитриев Н. Н.— Цифровой индикатор концентрации железа в масле  
Красюк Е. М., Брюханов А. Б.— Диагностирование блока управления ЭПХХ  
Кульга Г. Я., Ахматов В. И., Петух В. Я.— Восстановление деталей АТС, работающих в условиях Крайнего Севера  
Ландо С. Я.— Грузоведущий конвейер  
Ландо С. Я.— Тележка-фиксатор  
Ландо С. Я.— Сварка при ремонте кузова автомобиля  
Малов Р. В., Славин Ф. И., Ю В. К.— Плазменная спектроскопия в диагностике ДВС  
Мельник М. Д., Палагута К. А., Порошин В. В.— Прибор для контроля герметичности пневмоприводов тормозов  
Назаров А. Д.— Шесть причин эксплуатационных дисбалансов двигателей  
Назаров А. Д., Серов Л. П.— Изнашивание подшипников коленчатых валов  
Новосельцев В. А.— Электроконтактная наплавка деталей порошковыми заготовками  
Овчаренко А. И., Зверев В. И., Пушко П. В.— Стенд для проверки датчиков системы зажигания  
Овчаренко А. И., Зверев В. И., Пушко П. В.— Стенд для проверки коммутаторов  
Орлов Н. М., Кузьминов В. А.— Чтобы подшипники работали надежно и долго  
Островский И. Л., Проломов А. М., Подлесный В. Д.— Предупреждение отказов поворотных кругов прицепов  
Первушин А. Н., Чудиновских А. Л.— Антифрикционные присадки — средство повышения эксплуатационных качеств деталей  
Перинский А. В., Шаров И. А.— Стенды для восстановления кузовов легковых автомобилей  
Перцев А. В., Бодров В. А., Шкарин С. Г.— Ремонты текущий и плано-предупредительный  
Петренко И. П., Мушегян Р. Т., Зорин А. Л.— Восстановление деталей на СТОА  
Пивоваров Ф. Ф.— Система обслуживания диагностического оборудования  
Попов Е. А., Халфин И. Л., Брюханов А. Б.— Прибор для контроля цифровых систем  
Сидоров Е. Н., Киримов Ю. П., Новинский Е. В.— Стенд для контроля тормозных и рулевых систем АТС  
Трейгер М. И.— Что менять: фильтрующий элемент или масло? Когда?

Устинов В. В., Пиновский М. Л., Цыс В. Г. — Регламент обслуживания пневмоподвесок . . . . . 2  
 Харазов А. М., Козорез Н. В., Попржединский Р. А. — Новый стенд для проверки углов установок колес . . . . . 1  
 Цой И. М. — Измерение погрешностей взаимного положения деталей двигателей . . . . . 10  
 Шейнин С. А. — ЗАЗ-1102: особенности эксплуатации и ремонта . . . . . 3  
 Якубенко Н. В. — Сварка крупногабаритных алюминиевых деталей . . . . . 9

## ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Алексеев Г. И., Соломин Н. И., Кузнецов Э. А. — Ванна одна — свойства покрытий разные . . . . . 3  
 Аксенов Г. В., Гусаков Б. В. — Двигатель МеМЗ-245 . . . . . 8  
 Арсеев Л. А. — «Цикл» — комплекс для оценки топливной экономичности АТС . . . . . 5  
 Барышев И. Н., Суркова Н. С. — Весы с саморегистрацией результатов взвешивания . . . . . 4  
 Беликова Л. И., Мирошниченко А. П. — Латекс улучшает процесс грунтования . . . . . 2  
 Беляков Н. Д., Сафронов Н. И., Филин Ю. Н. — Стенд для испытания коробок передач . . . . . 6  
 Бобряков Г. И. — Специальные методы литья получают производственную базу . . . . . 8  
 Бродский Б. М., Черневский А. Л., Злочевский Г. Д. — Инструмент для суперфиниширования колец . . . . . 12  
 Быков П. В., Карпман В. Е. — Автоматический конвейерный перегружатель . . . . . 4  
 Быков И. А., Никифоров В. В. — НИИТавтопромские малостходные технологии для кузнечно-прессового производства . . . . . 8  
 Васильев А. М., Томило Э. А., Вихров Е. М. — Обработка круглых деталей на бесцентрово-шлифовальных станках . . . . . 3  
 Васильев А. М., Мазуревич В. В., Мирзамидинов И. — Новый метод шлифования . . . . . 7  
 Васильев Ю. М., Грицай В. В. — Жидкое стекло — средство устранения пористости отливок . . . . . 1  
 Власенко С. П. — Установка для сварки круглых пластмассовых деталей . . . . . 1  
 Волков Г. М. — Перспективы развития автомобильных материалов . . . . . 6  
 Гатиев М. К., Гергая Р. С. — Стенд-имитатор дорожных воздействий . . . . . 3  
 Гендлин Я. М., Иванов В. С. — НИИТавтопром и развитие порошковой металлургии . . . . . 9  
 Гендлин Я. М., Иванов В. С., Лопухин С. Ю., Седунова Р. М. — Химико-термическая обработка порошковых деталей . . . . . 10  
 Гончаров А. М., Деркач Ю. А., Малов С. С. — Высокопроизводительные червячные фрезы . . . . . 9  
 Гопкало О. М., Каменский А. Л., Мазур А. И. — Измерительно-исследовательский комплекс . . . . . 10  
 Графчев А. П., Секретова Е. П. — Сборка соединения «кольцо — втулка» деформирующим протягиванием . . . . . 5  
 Грачев А. И. — «Сигнал-2» . . . . . 12  
 Грищенко В. И., Тонков В. Н., Щербенко Г. Н. — Сухие огнеупоры для индукционных печей . . . . . 3  
 Грищенко В. И. — Прогрессивные технологии производства автомобильных конических подшипников . . . . . 12  
 Гусаков Н. В., Оборотов В. В. — Специализированный комплекс САИР-16 . . . . . 7  
 Гусев С. А. — Инструментальное производство набирает силу . . . . . 8  
 Гуськов В. В., Герашенко В. В., Куприянчик В. В. — Устройство, улучшающее испытательный стенд . . . . . 7  
 Дерябин В. Д., Сычев П. М., Вайсман И. М. — Результаты поштучной прокатки периодических рессорных полос . . . . . 5  
 Досковский В. И., Кержнер И. Г., Кувшинский Ю. В. — Система контроля точности механической обработки . . . . . 2  
 Дрижов В. С., Калинин А. Д., Маврин В. А. — Безотходное изготовление сепараторов . . . . . 12  
 Емцев Р. В. — Приспособление для вытачивания галтелей . . . . . 7  
 Житников Ю. З., Проньков В. А. — Многошпиндельный автомат . . . . . 11  
 Задорогин Е. П. — Улучшающая обработку незакаленных шариков . . . . . 12  
 Ильиных С. А., Кожевников М. Б. — Паста, повышающая долговечность шестерен . . . . . 3

Исаев В. Н., Рынсков Е. В. — Группирование деталей и эффективность технологической подготовки производства . . . . . 3  
 Исаков А. Э., Ратников С. Н. — Суперфиниширование хромированных плунжеров . . . . . 10  
 Калашников С. Н., Калашников А. С. — Изготовление зубчатых колес . . . . . 4  
 Кальченко А. А., Блажнов А. Г. — Роторные линии — собственные разработки . . . . . 12  
 Кваша Ф. И., Ламасов А. А., Шерман А. Д. — Высокоэффективные материалы для отливки из черных сплавов . . . . . 4  
 Клепиков В. В., Петров А. Б. — Новый способ шевингования зубчатых колес . . . . . 10  
 Ключков Б. Я., Мартемьянов И. В., Осаковский А. И. — «Дружба-109» — новый процесс щелочного нецианистого цинкования . . . . . 5  
 Ковицкий В. И. — Новые стенды для испытаний АТС . . . . . 7  
 Комов А. В. — Автомат для получения деталей из трубных заготовок . . . . . 4  
 Комаров А. Н., Дроздов Б. Я., Коваленко С. В. — Новый профиль рессорной полосы для многолистовых рессор . . . . . 1  
 Конов А. Ю., Богданов Б. Г., Османцев А. Г. — Статистический анализ — инструмент регулирования качества отливок . . . . . 4  
 Кузнецов В. А. — Новые способы выглаживания и комбинированной обработки деталей . . . . . 11  
 Кулигин Г. Б., Акилов А. А., Супонин В. И. — Лазер сверлит отверстия форсунок . . . . . 7  
 Курилов А. Г., Попов О. А. — Современные подшипниковые стали . . . . . 12  
 Лаврентьев В. Н., Новенников А. Л. — Комплекс для оценки охлаждающих жидкостей . . . . . 1  
 Ленашвили Г. Р. — Стенд для исследования пневмоколес . . . . . 1  
 Макаров В. В. — Стенд для испытаний ГМП . . . . . 2  
 Максимов Ю. В. — Сочетая резание и пластическое деформирование . . . . . 6  
 Малыгин Б. В., Бунатян Г. В. — Прогрессивный крепеж . . . . . 10  
 Малыгин Б. В., Семерникова И. А., Мендельсон С. А. — Теория и практика магнитно-импульсного упрочнения . . . . . 2  
 Малышев И. Н., Мантуров М. Я. — Способы фиксации шаговой подачи листа в штамп . . . . . 2  
 Мелешкин В. Л., Сыропятов В. Я., Кузнецов В. В. — Оборудование для совершенствования химико-термического производства . . . . . 8  
 Митин В. И., Алексеев Г. М., Кондрашова Н. А. — Сварка: к новому, более высокому техническому уровню . . . . . 8  
 Митряев П. А. — Универсальные стенды для обкатки АТС . . . . . 4  
 Мясникова Н. Д., Мантуров В. В. — Полимерный композит для узлов трения . . . . . 10  
 Оболенский В. Н., Золотухин А. И., Чепыжев И. С. — ТНВД дизелей . . . . . 8  
 Остроушкин Г. П., Пчелин А. В., Марин В. В. — Резка труб дисковыми ножами . . . . . 1  
 Панов А. А. — Инструмент из СТМ и керамики — резерв интенсификации механической обработки . . . . . 4  
 Пархаев Б. В., Мандрусов В. Е., Финкель В. А. — Керамика в двигателях . . . . . 11  
 Перельман С. М., Лазунык Г. В. — Высокопроизводительный процесс изготовления резьб и шлицев . . . . . 6  
 Перепечко И. И., Нижегородов В. В., Ошрина И. Г. — Полимеры: динамические механические свойства . . . . . 9  
 Половинкин В. Д., Панферов Н. А., Сапрыкина Л. А. — Программатор серии К573 . . . . . 11  
 Помилуйко Н. С., Бабуркин В. Л. — Многоточечный измеритель МИРТ-1 . . . . . 11  
 Попов Д. И., Елхсв П. Е. — Обработка зубчатых колес новой круговой протяжкой . . . . . 9  
 Потехин Н. В. — Оптимизация ширины заготовок ободьев колес . . . . . 7  
 Рабинович Б. В., Бродский А. М. — Технологические факторы и точность отливок блоков цилиндров . . . . . 2  
 Рикман С. Ф. — Прогрессивный инструмент для получения внутренних резьб . . . . . 6  
 Романюк В. Ф. — Алмазное хонингование гильз цилиндров . . . . . 9  
 Русадзе Т. П., Амброладзе Б. У., Бобохидзе Б. Я. — Стенд для испытаний сиденья . . . . . 11  
 Самченко Е. А., Скворцова О. М. — Автоматы неразрушающего контроля . . . . . 8  
 Свиридов В. И., Лунин А. С., Полетаев В. А. — Роторно-конвейерная линия для изготовления штекерных разъемов . . . . . 4

Смуrow А. М.— Облегченные штампованные заготовки	7
Смуrow А. М.— Металлоэкономные штампованные поковки	11
Смуrow А. М., Васильев М. К.— При получении крестообразных заготовок	12
Степанов А. И., Рябов М. Н.— Контрольно-сборочный комплекс для железнодорожных подшипников	12
Судьин Ю. А.— Станки с ЧПУ и точность токарной обработки колец	12
Тимербаев В. Г.— Холодная объемная штамповка на многопозиционном автомате	6
Тростянская Е. Б., Резниченко Г. М., Шадчина З. М.— Безасбестовый пластик для узлов трения	9
Тябликов В. Е.— Испытательные средства для АТС	11
Федоренко И. Н.— Станки для бескопирной обработки сложных деталей	3
Филатов А. В., Плецкевич А. Б., Климов Г. К.— Автоматы для сортировки деталей ДВС	2
Фролова И. Н., Полетаев В. А., Шуляк А. Д.— Композиты для шестерен	11
Хвинеvич Н. И.— Автоматизированная линия ЛА-60	10
Шалабанов А. К., Старшинов И. И., Ниськов В. Ф.— Метод исследования колебаний элементов кабины автомобиля	5
Шатилов А. А.— САПР станочных приспособлений	1
Шебаvинов М. П., Мардыкин И. П., Сбитнев П. П.— Износостойкий чугун для работы при высоких температурах	9
Шукуров Г. И., Панкратов В. А., Карнаухов Б. Г.— Сетчатые полимеры и материалы на их основе	7
Щербина В. В., Бичевой А. Ф., Гержедович Ю. В.— Штамповка листовых рессор на автоматической линии	10
Якухин В. Г., Стаvров В. А.— Малоотходный процесс изготовления винтов	1

### ИНФОРМАЦИЯ

В научно-техническом совете Министерства . . . . .	1, 3, 4, 5, 11
Коротко о разном . . . . .	2, 3, 4, 5, 7, 10, 11
Лаптева Л. Г.— Письма информируют, требуют, подсказывают	6
Лаптева Л. Г.— Проблемы автосервиса	10
Мартэн Л. Ф., Лаптева Л. Г.— Министерство отвечает на депутатские запросы	11
О порядке депонирования . . . . .	1
Рефераты депонированных статей . . . . .	2, 3, 6, 7, 9
Резниченко В. А.— Чемпионат Минавтосельхозмаша по автокроссу	6
С коллегии Минавтосельхозмаша . . . . .	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
Специализированные автоматические линии для производства пластин и пакетов радиаторов	3
Ханин Н. С., Аршиннов Л. С.— Конференция на «Автодизеле»	5

Из истории советского автомобилестроения	
Алейнер Н. И.— Первопроходцы . . . . .	8

### Нормативные материалы

Давыдов А. Д., Никульников Э. Н., Литвинова Т. А.— Новые требования к многосвязным автопоездам	4
Ревин А. А.— Нормирование тормозных свойств АТС на дорогах с поперечной неравномерностью коэффициента сцепления	2
Страница самодеятельного конструктора	
Ефимов Н. А., Мальцев В. И.— Система комбинированной топливopодачи	1
Мензуллов М. А., Ридер В. А.— Клубы образованы. Что дальше?	2
Ридер В. А., Мензуллов М. А.— Второй Всесоюзный смотр-конкурс «Самавто-89». Итоги и уроки . . . . .	6

### За рубежом

Балабаева И. А.— Четырехосные грузовые автомобили	7
Банников В. В.— Автоматизированное изготовление автомобильных проводов и жгутов	5
Безверхий С. Ф.— СССР — 23-й член ФИЗИТА . . . . .	11

Бекетов А.— Одна из самых популярных в Камеруне . . . . .	11
Бекшаева А. С., Мусик А. С., Крайнов А. И.— Мусороборочная машина КМ-2301	6
«БелАЗ-7519 произвел впечатление» . . . . .	6
Бунаков Б. М., Григорьев М. А., Енукидзе Б. М.— Присадки фирмы «Лубризол» . . . . .	2
Гладков В. И.— Международное сотрудничество развивается и крепнет . . . . .	8
Двухосные КамАЗы . . . . .	9
Есеноvский-Лашков Ю. К., Епифанов В. С., Семинов А. И.— Оборудование для оценки прочности конструкций АТС . . . . .	3
Кисуленко Б. В., Эйдинов А. А.— Перспективы развития автомобильной электроники . . . . .	4
Крюков В. В., Максименко Е. И.— Американский и финский болотоходы . . . . .	1
Кузнецова А. С.— Мотопромышленность Индии и Китая . . . . .	7
Кузнецова А. С.— Тенденции развития мирового мотоцикlostроения . . . . .	9
«МАЗы стали мощнее, комфортабельнее, экономичнее» . . . . .	4
Маказан Ю. С.— Новые технологии фирмы «Вониш» . . . . .	2
Малов А. Н., Никотина М. А.— Лазеры в системах измерения . . . . .	1
Мальгинов И. В.— Автомобильная промышленность Южной Кореи в цифрах . . . . .	11
Мельников А. Ф., Евдокимов Р. И.— Автомобильные навигационные системы . . . . .	1
Мусик А. С., Коновалов В. Н., Фурсов В. П.— Автопогрузчики фирмы «Штилл» . . . . .	4
Нарбут А. Н.— ГМП фирмы «Аллисон» . . . . .	11
Нелогодьев А. В., Бунаков Б. М., Григорьев М. А.— Моторные автомобильные масла . . . . .	1
Поплавская Т. Н.— Маркетинг . . . . .	9
Прилебская Е. И.— НИОКР в автомобильной промышленности Франции . . . . .	10
Рижские мокики — спортсменам . . . . .	7
Рогатинский В. И., Эдельман Н. Г.— Основные производители подшипников . . . . .	12
Рубцов Н. П., Тетерин В. Ф.— Гибкие производственные системы . . . . .	8
Сизухин В. А.— Автомобили ФИАТ «Панда» . . . . .	10
Смуrow А. М.— Многопозиционный пресс вместо поточной линии . . . . .	9
Соловьев Н. М.— Новое поколение грузопассажирских автомобилей («Фольксваген») . . . . .	6
Тузовский И. Д.— АТС для перевозки пакетированных и тарно-штучных грузов . . . . .	4
Филимонов В. Н.— Австрийское автомобилестроение. От исследований до сервиса . . . . .	2 и 3
Чумаков Н. В., Гуров Б. И.— Золотой приз — импортеру советских автомобилей . . . . .	1
Шлейфер Г. М.— Типаж и ассортимент в мотоцикlostроении . . . . .	5

### Вышли из печати

Аверкиев В. Ф., Боженюк Н. А.— Рецензия на учебник И. В. Балабина, Б. А. Курова, С. А. Лаптева «Испытания автомобилей» . . . . .	9
Бочаров Н. Ф.— Рецензия на книгу Евграфова А. Н., Высоцкого М. С., Титовича А. И. «Аэродинамика магистральных автопоездов» . . . . .	5
Гируцкий О. И.— Рецензия на книгу Егорова Ю. И., Нарбута А. Н. «Толковый словарь по автомобильному транспорту. (Основные термины)» . . . . .	6
Корчемкин А. Д.— Справочник «Режимы резания металлов» — настольная книга технолога . . . . .	8
Нарбут А. Н.— Рецензия на книгу Любовницкого В. П. «Гоночные велосипеды» . . . . .	1
Новиков В. В., Полякова С. И.— Рецензия на книгу Палия В. Ф., Суздальцевой Л. П. «Технико-экономический анализ производственно-хозяйственной деятельности машиностроительных предприятий» . . . . .	11
Ротенберг Р. В.— Рецензия на книгу Яценко Н. Н., Енаева А. А. «Колебания автомобиля при торможении» . . . . .	4
Смирнов Г. А.— Рецензия на книгу Литвинова А. С., Фаробина Я. Е. «Автомобиль. Теория эксплуатационных свойств» . . . . .	5
Трофимов В. А.— Рецензия на книгу А. С. Гусева «Сопrotивление усталости и живучесть конструкций при случайных нагрузках» . . . . .	9

# ЭКОНОМИКА ЗАПАДА

## ВЗГЛЯД "ИЗНУТРИ"

Для активизации деловых контактов требуется больше надежной информации. И получать ее надо раньше других!

В издательстве МАШИНОСТРОЕНИЕ открывается подписка на 1991 год на вестник экономической информации "Вестбуртшафт интерн - экономика Запада - взгляд "изнутри".

В вестнике ВИ будут публиковаться материалы по актуальным проблемам экономической жизни Западной Европы, подготовленные непосредственно в Германии опытным коллективом редакции журнала **Ostwirtschaft Intern.**

- Новости
- Комментарии
- Портреты фирм
- Биржа деловых контактов
- Экономические организации Запада
- "Азбука рынка" - словарь экономических терминов

Периодичность издания - 2 раза в месяц.  
Стоимость годовой подписки - 52 рубля.

Кроме того:

**Бесплатно**

Каждые 2 месяца подписчик получает цветное иллюстрированное рекламно-информационное приложение "ВИ - журнал"

**Бесплатно**

Подписчик получает брошюру "Рыночная экономика Запада"

**Бесплатно**

Подписчик получает специальный скоросшиватель для подборки материалов "ВИ - азбука рынка"

**Бесплатно**

Подписчик имеет право опубликовать свое объявление о поиске партнера, экспортных предложениях или импортных запросах и т.д. в западногерманском журнале **Ostwirtschaft Intern**, распространяемом на трех языках в ряде стран Запада.

Редакция вестника "Вестбуртшафт интерн"  
Издательство "МАШИНОСТРОЕНИЕ"  
107076 Москва, Стромынский пер., 4

Просим включить нас в число подписчиков вестника "Вестбуртшафт интерн", направить нам бесплатную брошюру по рыночной экономике и специальный скоросшиватель.

ФИО.....

Организация.....

Почтовый адрес и телефон.....

Стоимость годовой подписки 52 рубля 00 коп. переведена нами "....."..... 199... г. по почте /телеграфом /платежным поручением №...../(ненужное зачеркнуть) на счет Издательства "МАШИНОСТРОЕНИЕ" № 362214 в Бауманском отделении ЖСБ г. Москвы.(МФО 20315)

Дата..... Подпись.....



Редакция Вестбуртшафт интерн  
и корпункт Ostwirtschaft Intern:  
СССР, 124467, Москва,  
Рублевское ш. 26, кор.1, кв.186  
Телефон: 415-41-45



Издательство  
МАШИНОСТРОЕНИЕ  
СССР, 107076, Москва

Стромынский переулок, 4

БЛАНК-ЗАКАЗ

# СОДЕРЖАНИЕ

Бубнов Ю. И.— Перспективы развития подшипниковой промышленности . . . . . 1

## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Нарышкин В. Н., Семкин К. Д.— Научные исследования — основа НТП . . . . . 3

Кузнецова Л. Н., Комаров А. В.— Подшипники качения. Ценообразование . . . . . 4

Жуков В. П., Афанасьев В. В.— Проблемы, требующие решения . . . . . 6

## ПОДШИПНИКИ В КОНСТРУКЦИЯХ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кузьмин В. А., Кулагин С. А.— Подшипники качения для легковых переднеприводных автомобилей . . . . . 7

Боряхин Б. А., Судаков И. С.— Прогрессивные конструкции подшипников качения для современных грузовых автомобилей . . . . . 12

Шевчук Д. А., Симхович Н. И.— Детали подшипников из композитов . . . . . 13

Яхми Б. А., Анатолийев А. А.— Карданные подшипники становятся совершеннее . . . . . 13

Лапенко В. А.— С учетом функциональных требований к подшипниковым узлам . . . . . 15

Черневский Л. В., Илюхин П. А., Свириденко В. Ф., Спектор А. А.— Развитие САПР конструкций подшипников . . . . . 16

## АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ

Орлов Н. М., Кузьминов В. А.— Чтобы подшипники работали надежно и долго . . . . . 18

Ответы на письма читателей

Бяхин Б. А., Исудов И. С.— Условные обозначения подшипников . . . . . 19

## ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Грищенко В. И.— Прогрессивные технологии производства автомобильных конических подшипников . . . . . 20

Технология экономит металл

Смуров А. М., Васильев М. К.— При получении крестообразных заготовок . . . . . 23

Дрижов В. С., Калинин А. Д., Маврин В. А.— Безотходное изготовление сепараторов . . . . . 25

Кальченко А. А., Блажнов А. Г.— Роторные линии — собственные разработки . . . . . 26

Судьин Ю. А.— Станки с ЧПУ и точность токарной обработки колец . . . . . 28

Бродский Б. М., Черневский А. Л., Злочевский Г. Д.— Инструмент для суперфиниширования колец . . . . . 29

Курилов А. Г., Попов О. А.— Современные подшипниковые стали . . . . . 30

## Новые СОЖ

Задорогин Е. П.— Улучшающая обработку незакаленных шариков . . . . . 32

Грачев А. И.— «Синтал-2» . . . . . 32

## ИНФОРМАЦИЯ

За рубежом

Рогатинский В. И., Эдельман Н. Г.— Основные производители подшипников . . . . . 33

Указатель статей, опубликованных в 1990 г. . . . . 33

Автомобильная промышленность, 1990, № 12

Advertisements from foreign countries:  
I. M. A. SOVIETmedia GmbH, Augustenpassage 9,  
2000 Hamburg 36, F. R. Germany.  
Phone: (040) 43—88—51  
Fax: (040) 439—5490

Главный редактор  
В. П. МОРОЗОВ  
Заместитель главного редактора  
В. Н. ФИЛИМОНОВ

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И. В. Балабин, С. Ф. Безверхий, А. Я. Борзыкин, А. Б. Брюханов, Н. Н. Волосов, В. И. Гладков, Л. А. Глейзер, М. А. Григорьев, О. И. Гируцкий, Б. И. Гуров, Ю. К. Есеновский-Лашков, Б. Г. Карнауков, Ю. А. Купеев, Е. Н. Любинский, В. Н. Нарышкин, А. А. Невелев, В. В. Новиков, И. П. Петренко, В. Д. Полетаев, О. И. Соколов, А. И. Титков, Н. С. Ханнин, Е. В. Шатров, Н. Н. Яценко

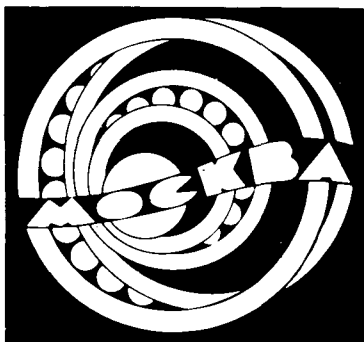
Художественный редактор В. Д. Лыськов  
Технический редактор Е. П. Смирнова

Сдано в набор 04.10.90. Подписано в печать 21.11.90. Формат 60×88<sup>1</sup>/<sub>8</sub> Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 5,0  
Усл. кр. отт. 6,0 Уч.-изд. л. 7,81. Тираж 12 658 экз. Зак. 6694  
Цена 60 коп.

Адрес редакции: 103012, Москва, К-12, пр. Сапунова, 13,  
4-й этаж, комн. 424 и 427  
Телефоны: 928-48-62 и 298-89-18

Набрано на Ордена Трудового Красного Знамени Чеховском полиграфическом комбинате Государственного комитета СССР по печати  
142300, г. Чехов, Московской обл.

Отпечатано в Подольском филиале ПО «Периодика»  
Государственного комитета СССР по печати  
142110, г. Подольск, ул. Кирова, 25



**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ  
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР  
ПОДШИПНИКОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
готовит к изданию в 1991 г. каталог  
«Контрольно-измерительная техника»**

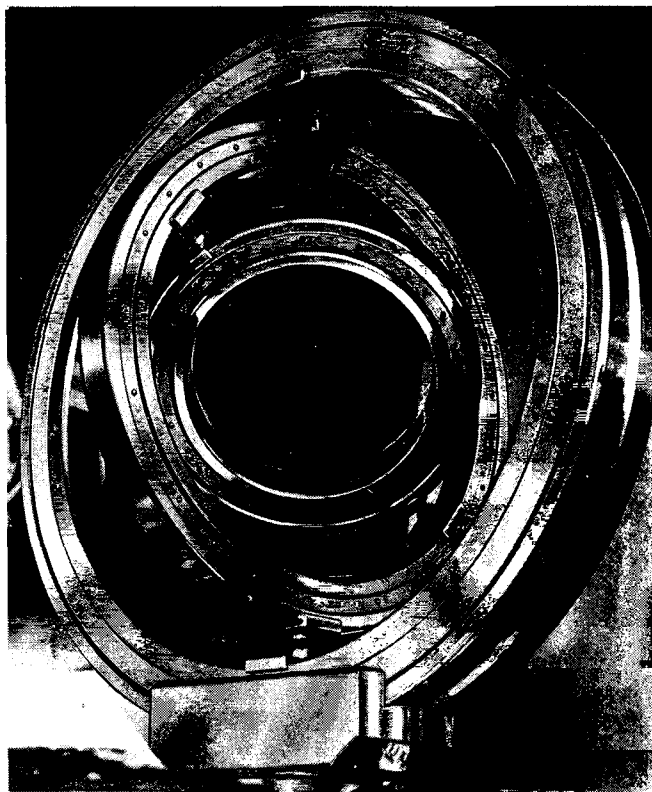
**В каталоге**

даны подробные сведения об измерительной технике, предназначенной для контроля размеров, формы и расположения поверхностей деталей и изделий, изготавливаемых предприятиями металлообрабатывающей и машиностроительной индустрии

представлены последние модели измерительных приборов и автоматов крупнейших зарубежных фирм-производителей измерительной техники

приведены данные о международной терминологии, примерные цены на зарубежные образцы оборудования и другие справочные материалы

Каталог может служить базовым материалом при проведении метрологической экспертизы перспективных конструкций деталей и узлов станков, автомобилей, силовых агрегатов, подшипников и другого оборудования.



За справками обращайтесь по адресу:  
109088, Москва, 2-я ул. Машиностроения, 27,  
НПО подшипниковой промышленности,  
специализированный информцентр, или  
звоните по телефону: 275-13-58





## Они работают на разных фирмах, но совместно над созданием современных автомобилей

Конструктор автомобилей и дизайнер автомобильных деталей, специалист по переработке пластмасс и инженер-материаловед фирмы BASF обсуждают последний оптимизированный вариант приборной панели автомобиля. Сообща им приходится мрешать ряд конструкторских и технологических проблем.

Когда же новая модель получит всеобщее признание, те, кто принимал участие в ее создании, смогут гордиться плодами своих трудов. Требования, предъявляемые к современным автомобилям, — максимальная экономичность, наибольшая безопасность, повышенная экологическая чистота, включая улучшенные возможности утилизации, комфорт и эстетика — означают все более тесное взаимодействие между заводами-изготовителями и предприятиями-смежниками.

Своими достижениями мы считаем: мышление в категориях системных решений и альтернатив, сотрудничество при новых разработках с автомобилестроителями и всеми предприятиями-смежниками, использование богатого технологического ноу-хау, сервис, отвечающий специфическим

запросам клиентов, сеть представительств во всем мире. И все это на основе широкого ассортимента производимой продукции, отвечающего современным потребностям автомобильных заводов и их смежников: от пластмасс и пенопластов, химикатов для производства каучука, красителей, полимерных дисперсий, пигментов и лаков до присадок к бензинам и различных автомобильных химикатов.



**От первоначального замысла до серийного производства — на всех этапах тесная связь с мировым автомобилестроением.**

Представительство фирмы BASF в СССР  
 103009 Москва      Тел: 200-21-85/200-27-49  
 Б. Гнездиновский пер. 7      200-25-38/200-31-28  
 Телефакс: 200-02-06  
 Телекс: 413167

BASF Акциенгезельшафт  
 Д-6700 Людвигсхафен/ФРГ

BASF Aktiengesellschaft  
 D-6700 Ludwigshagen

**BASF**